*Humidification & Humidifier in Air Conditioning*

# 空気調和における
# 加湿と加湿器

＜技術資料＞

2015年6月版

空気調和 ：空気の温度、湿度、清浄度および気流分布を、対象空間の要求に合致するように、同時に処理するプロセス

湿　　度 ：空気中に含まれる水蒸気の量を表す尺度

加　　湿 ：空気中の水蒸気の量を増加させること

加 湿 器 ：空気を加湿する装置

公益社団法人 空気調和・衛生工学会

－ 空気調和・衛生用語辞典より －

ウエットマスター株式会社

# 目　次


1．空気調和と加湿……P.1

1-1．空気調和とは …… P.1
1-2．快適な空気環境 …… P.2
1-3．湿り空気の性質、湿度とは …… P.3
1-4．温度と湿度 …… P.4
1-5．加湿の必要性 …… P.5
1-6．改善を求められる事務所ビルの湿度不足 …… P.6

2．加湿方式と加湿器の種類…… P. 7

2-1．加湿器の分類、用途と目的 …… P.7
2-2．３種類の加湿方式と空気の状態変化 …… P.8
2-3．加湿器の能力表示と仕様表示 …… P.9
2-4．加湿器の種類と特徴 …… P.13

3．空調システムと加湿器…… P.15

3-1．空調システムの分類と概要 …… P.15

4．加湿器の選定…… P.17

4-1．加湿方式・機種選定のポイント …… P.17
4-2．加湿器の制御 …… P.21
4-3．加湿器選定例 …… P.23
4-4．ウエットマスター製加湿器の水道管直接連結について …… P.27

5．加湿器と水処理および取扱について…… P.28

5-1．加湿器と水処理 …… P.28
5-2．加湿器の取扱について（衛生的にご使用いただくために）…… P.31
5-3．病院空調と加湿器 …… P.37
5-4．レジオネラ症と加湿器 …… P.39
5-5．加湿器のランニングコスト …… P.42
5-6．加湿器の保守作業と交換部品 …… P.43

6．産業空調と加湿…… P.45

6-1．産業別の空調温湿度条件 …… P.45

参 考 …… P.52

加湿器の取付図 …… P.52
空気調和機器の構造 …… P.54

# 1．空気調和と加湿

## 1-1．空気調和とは

### 1-1-1．空気調和とは

◆空気調和（以下、空調と略します）とは、空気の温度、湿度、清浄度および気流分布を、室内の要求に見合うように調整することであり、簡単に言えば、「室内の人や物にとって良好な空気環境をつくる」ということになります。

### 1-1-2．保健空調と産業空調

◆空調は、何を対象に行うかという目的により、保健空調と産業空調に大別されます。
保健空調は、人間の健康の保護と快適性を目的としたもので、対象となるのは事務所、商業施設、ホテル、病院、学校などです。
産業空調は、室内で生産または保管される物品の品質管理や品質保持、機器類の機能維持を目的としたもので、対象となるのは工場、食品貯蔵庫、農園芸施設、電算機室などです。

### 1-1-3．空調設備の構成

◆空調設備は、基本的に次の３つの設備から構成されています。

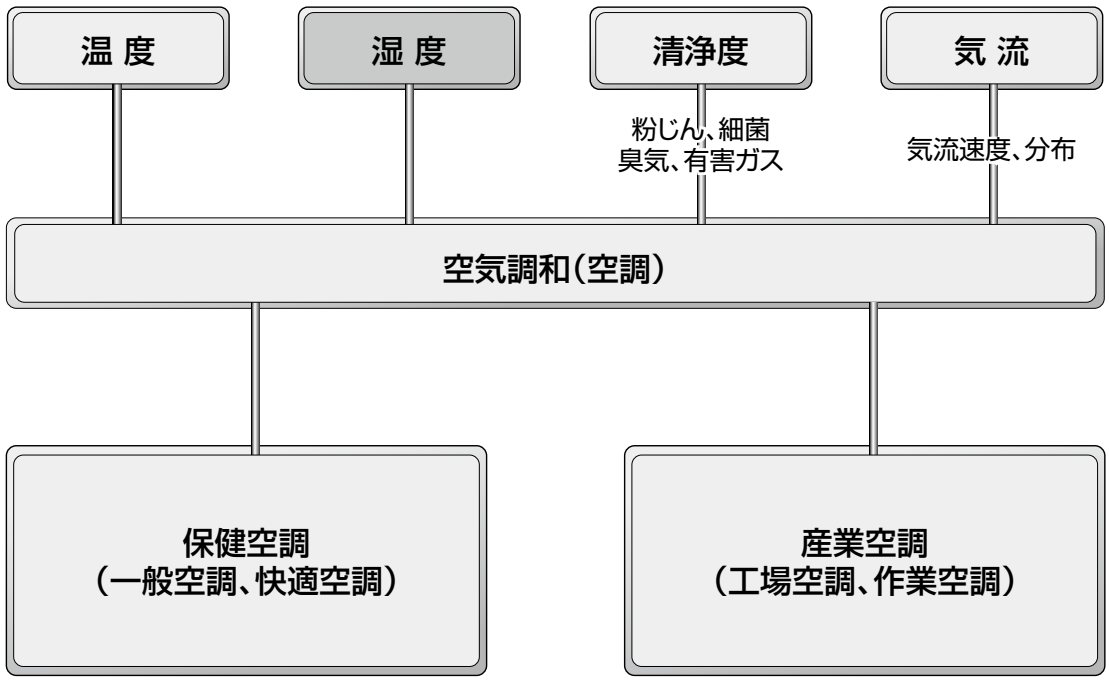
①熱源設備
②熱搬送設備
③空気調和機設備

①熱源設備
ボイラ、冷凍機、吸収冷温水機、ヒートポンプ、蓄熱槽などで構成される冷温熱源です。

②熱搬送設備
機器から機器、または機器から室内へと、熱を搬送するための配管（水、蒸気、冷媒）、ポンプ、送風機、ダクト（空気）があります。

③空気調和機設備
水・冷媒・蒸気・空気との熱交換を行う冷却コイルや加熱コイル、加湿を行う加湿器、塵埃を除去するエアフィルタ、送風機などから構成されます。

（図－ 1）湿度は空調の４要素の１つ




◆そこに働き、生活する人々の健康を保護し、さらに快適な空気環境を提供します。

◆事務所、商業施設、ホテル、病院、学校、集会場などが対象になり、家庭の空調も快適空調と言えるでしょう。

◆室内で生産または保管される物品の品質管理や品質保持、機器類の機能維持に適した空気環境をつくる。

◆印刷・繊維・電子部品などの工場、農園芸施設、食品貯蔵庫、美術館･博物館の収蔵庫、電算機室などが対象になります。

# 1-2. 快適な空気環境

## 1-2-1. 快適な空気環境

◆人の温冷熱感は年齢、性別、季節によって異なりますが、保健空調における温湿度のめやすは、およそ（表－１）の値で扱われます。また、建築物衛生法では、室内空気環境の調整の基準について、（表－２）のように定めています。

◆空調計算にあたっては、（表－１）や（表－２）のような基準を守るように、外気条件や取得熱量、個々の要求条件などを加味して取り扱います。また、後述の加湿量の算出に際しても大切なデータとなります。

◆産業空調においては、概して年間を通じて一定の温湿度を必要とすることが多く、そのめやすについては後述の「6．産業空調と加湿」を参照してください。

（表－１）室内の快適条件（風速 0.08 ～ 0.13m/s）

| | | 日本人 | アメリカ人 |
|---|---|---|---|
| 夏期 | ET | 21 ± 2℃ | 21.5 ± 2.4℃ |
| | RH | 40 ～ 60% | 30 ～ 70% |
| 冬期 | ET | 18 ± 2℃ | 19.5 ± 2.2℃ |
| | RH | 45 ～ 65% | 30 ～ 70% |

ET：有効温度（Effective Temperature）

RH：相対湿度（Relative Humidity）

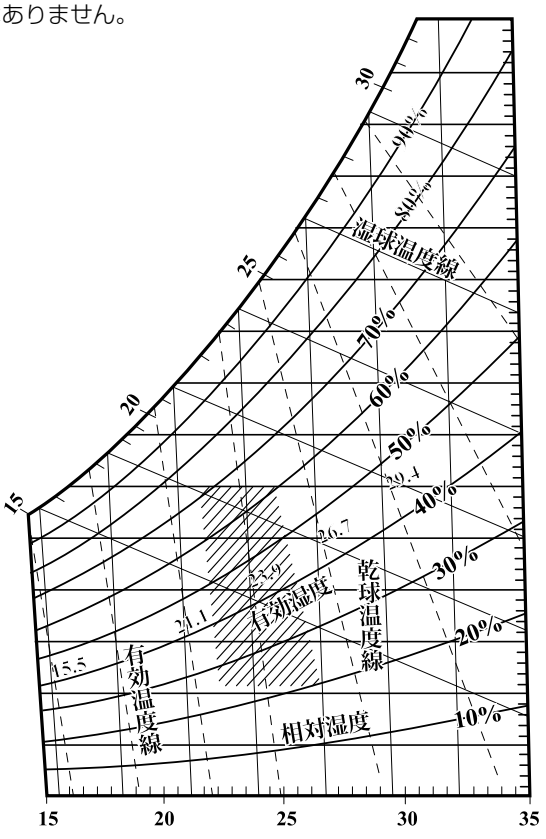
（表－２）建築物衛生法の空気環境の管理基準

| | |
|---|---|
| 浮遊粉じんの量 | 空気 1m$^3$ につき 0.15mg 以下 |
| 一酸化炭素の含有率 | 10ppm 以下 |
| 炭酸ガスの含有率 | 1,000ppm 以下 |
| 温　　度 | (1)17℃以上 28℃以下<br>(2) 居室の温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと |
| 相対湿度 | 40%以上 70%以下 |
| 気　　流 | 0.5m/s 以下 |
| ホルムアルデヒドの量 | 空気 1m$^3$ につき 0.1mg 以下 |

（図－２）ASHRAE の新有効温度図

有効温度とは温度、湿度および気流速度の３要素の組み合わせにより、人体に与える感覚を温度表示した指標です。（図－２）は ASHRAE で用いられている新有効温度図で、線図の斜線部分は快適範囲を示しています。

※着衣状態、気流速度などの基準のもとに作られています。必ずしも（表－１）、（表－２）のデータと一致するものではありません。




参考：ＩＡＱ（室内空気質）とは

近年、空調の分野では、ＩＡＱ（Indoor Air Quality）という言葉がよく使われます。室内の空気環境は、人の健康を保護するにとどまらず、より積極的に、心身の健康を育むような快適な環境をつくろうというものです。

この背景には、シックハウス症候群の原因にもなる室内汚染物質の問題があります。

ビル・住宅を問わず、建築物の高気密化が進み、カビなどの微生物、ホルムアルデヒドなどの化学物質、アスベストなどの粒子状物質、臭気などへの対処が必要とされているのです。

これら汚染物質は人工環境の中から生じるものです。単に空調という分野を超えて、あらゆる環境要因への取り組みが必要ということでしょう。

# 1-3. 湿り空気の性質、湿度とは

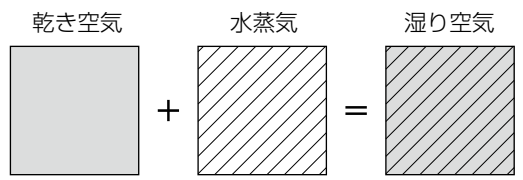
## 1-3-1. 乾き空気と湿り空気

◆地球上の空気は、酸素、窒素、炭酸ガスなどと水蒸気が混合したもので、「湿り空気」といいます。そして水蒸気を全く含まない理論上の空気を「乾き空気」といいます。また、湿り空気に含まれる水蒸気の量が増して飽和状態にある空気を「飽和空気」といいます。

## 1-3-2. 相対湿度と絶対湿度

◆湿度とは、空気中に含まれる水蒸気の量を表す尺度です。
一般的に単に湿度というときは「相対湿度」のことを指し、湿り空気の水蒸気分圧とその温度における飽和空気の水蒸気分圧との比を単位「%」で表します。
このほかの湿度の表し方に絶対湿度があります。絶対湿度は、湿り空気に含まれる水蒸気の質量を指し、乾き空気 1kg に対する量として、単位「kg/kg」で表します。

（図－3）空気の状態量




圧力 Pa
体積 V
質量 1

圧力 Pw
体積 V
質量 X

圧力 Pa+Pw=P
体積 V
質量 1+X

さらに水蒸気が加わると →

〔飽和空気〕
水蒸気が飽和状態にある空気

圧力 Pws
体積 V
質量 1+Xs

相対湿度 = Pw / Pws × 100(%)
Pw：湿り空気の水蒸気分圧
Pws：飽和空気の水蒸気分圧

絶対湿度 = X / 1(kg / kg)

比較湿度 = X / Xs × 100(%)
X：湿り空気の絶対湿度
Xs：飽和空気の絶対湿度

※相対湿度と比較湿度は、計算上、同じものとして取り扱って差し支えありません。

## 1-3-3. 用語のいろいろ

**①乾球温度と湿球温度**

◇乾球温度計で測った湿り空気の温度が乾球温度（DB）、湿球温度計で測った温度が湿球温度（WB）です。

**②露点温度**

◇湿り空気を徐々に冷やしていくと、ある温度で飽和（相対湿度 100% RH）に達し、空気中の水蒸気が凝縮しはじめます。この温度を露点温度といいます。

**③比エンタルピ**

◇湿り空気の全熱量です。温度 t℃、絶対湿度 X の湿り空気の比エンタルピ h は、次の式で求められます。

$h = 1.005t + (2501 + 1.89t)\ X$ [kJ/kg(DA)]

t：℃、X：kg/kg

**④熱水分比**

◇空気の状態変化で、比エンタルピの変化と絶対湿度の変化を比で表したもので、

$u = (h_2 - h_1) / (x_2 - x_1) = dh / dx$

単位は（kJ/kg）で表します。

**⑤顕熱比**

◇空気の状態変化で、熱量の変化の内、顕熱量を qs、潜熱量を qL とすると、

顕熱比 (SHF) = qs / (qs+qL)

となり、全熱量変化 (qs+qL) に対する顕熱量変化の割合を表します。

**⑥比重量**

◇標準状態での乾き空気の比重量（γ）は、1.293kg/m$^3$ です。空調では一般的に 1.2kg/m$^3$ として計算することが多い。

**⑦比容積**

◇比重量の逆数。乾き空気 1kg を含む湿り空気の容積を表す。1/1.2 = 0.833m$^3$/kg〔DA〕となる。kg/〔DA〕は乾き空気 1kg を表す。

# 1-4. 温度と湿度

## 1-4-1. 加湿と除湿

◆湿度は、空気中に含まれる水蒸気の量によって決まります。
そして、水蒸気の量を増やしたり減らしたりすれば、調整することができます。
このうち、水蒸気の量を増やす操作を「加湿」といい、減らす操作を「除湿」といいます。

◆前述の室内環境基準に湿度の上限値、下限値が定められているように、空調ではその目的と条件に応じて「加湿」や「除湿」の操作を行い、湿度を一定の範囲内におさめます。

（表－３）絶対湿度一定の条件下における温度と相対湿度の関係

| 空気温度 | 絶対湿度 (kg / kg) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.008 |
| 0℃ | 50% | 100% | ——— | ——— |
| 5℃ | 38% | 72% | ——— | ——— |
| 10℃ | 26% | 52% | 79% | ——— |
| 15℃ | 19% | 37% | 56% | 75% |
| 20℃ | 14% | 27% | 42% | 55% |
| 25℃ | 10% | 20% | 30% | 40% |
| 30℃ | 8% | 15% | 23% | 30% |

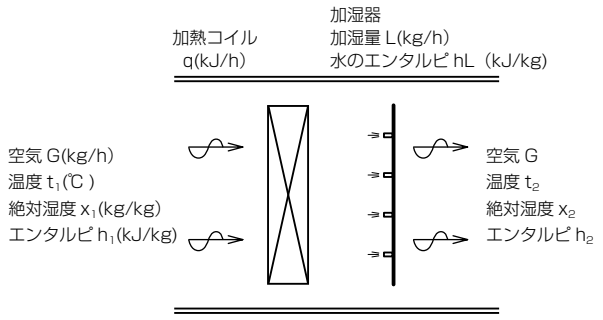
## 1-4-2. 温度と湿度

◆空気の状態を知るのに便利なものに空気線図（h － x 線図）があります。
温度と湿度の関係を空気線図で見てみましょう。

◆（図－５）を参照してください。
まず、①の変化ですが、温度 5℃・湿度 50%RH の空気を、加湿なしで温度を 20℃まで上げると、湿度は 20%RH 程度にまで低下します。
このように、空気中の水蒸気量が一定の条件（絶対湿度一定）では、空気温度を上げると相対湿度は低下し、逆に空気温度を下げると相対湿度は上昇する反比例の関係にあります（表－３参照）。

◆（図－５）の①の変化で、空気は温度 20℃、湿度 20%RH になりました。この空気を、温度 20℃のままで湿度 50%RH にするには、②の変化となるように操作しなければなりません。すなわち、絶対湿度（$X_2 - X_1$）に相当する水蒸気量を、空気に加える必要があります。この水蒸気の量を増やす操作を「加湿」といいます。

（図－４）空気の状態変化




◇上の図のような断熱した装置内では、下記の熱平衡と水分の物質平衡の式が成り立ちます。

入口空気のもっている熱量 …… G・h
加熱コイルで加えられる熱量 …… q
加湿する水分のもっている熱量 …… L・hL

装置内に入ってきた熱量は $(G \cdot h_1+q+L \cdot hL)$
出口空気の熱量は $G \cdot h_2$ ですから
熱平衡の式は $G \cdot h_2=G \cdot h_1+q+L \cdot hL$
水分の物質平衡の式は $G \cdot x_2=G \cdot x_1+L$
よって、 $G(h_2 - h_1)=q+L \cdot hL$
$G(x_2 - x_1)= L$

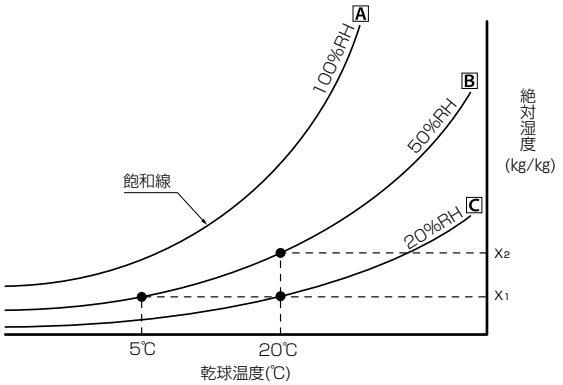
◇この式は、空調装置など空気が状態変化する場所すべてにおいて成立します。

（図－５）空気線図でみる温度と湿度の関係

絶対湿度：空気に含まれる水蒸気の絶対量
A: 相対湿度 100%のライン（飽和線）
B: 相対湿度 50%のライン
C: 相対湿度 20%のライン

①の変化：温度5℃・湿度50%RH の空気を加湿なしで温度を 20℃まで暖めると、湿度は20%RH 程度まで低下する。

②の変化：温度 20℃・湿度 20%RHの空気を、温度を 20℃のままで湿度 50%RH にするには、$(x_2 - x_1)$ に相当する水蒸気の量を空気に付加する必要がある。



# 1-5. 加湿の必要性

## 1-5-1. 暖房と加湿

◆空気中の水蒸気量が一定の条件では、空気温度を上げると湿度は（以下、単に湿度というときは相対湿度を表すものとします）低下します。これは室内の暖房でも同じことが言えます。特に取入外気の湿度が低いときにはより一層、加湿をしなければ室内は極端な湿度低下をまねきます。例として、室内温湿度 10℃ ·50%RH、外気温湿度 0℃ ·30%RH の空気条件で、単純に全風量の 20%の外気を取り入れて温度を 20℃まで上げると、室内の湿度は 20%RH にまで低下します。

## 1-5-2. 湿度不足が引き起こす問題

◆湿度不足により空気が乾燥すると、人の健康や快適性に障害を生じるばかりでなく、生産効率の低下や物品の品質劣化など、さまざまな悪影響が発生します。そして、これらの問題は、基本的には次の３つに分けられます。

**①健康と快適性を損なう**
**②水分の蒸発・蒸散に伴う障害**
**③静電気発生による機器故障や品質低下**

### Ⅰ．健康と快適性

◇健康面では、空気の乾燥により呼吸器系の粘膜の働きが弱まり、風邪などのウイルスが体内に入りやすくなります。

◇快適性の面では、空気が乾燥すると体からの水分蒸散量が増すため、暖房をしても体感温度は低くなります。適度な湿度であれば、室温が 20℃でも 25℃の暖かさを感じるといわれており、暖房の設定温度が下げられれば省エネルギーにもつながります。

**【データと事例】インフルエンザウイルスについて**

◇インフルエンザウイルスは、室内の湿度を 50%以上に保てば激減すると言われています。

◇厚生労働省のインフルエンザ総合対策においても、高齢者施設等の感染予防の手引きの中で加湿器の検討、整備について触れています。

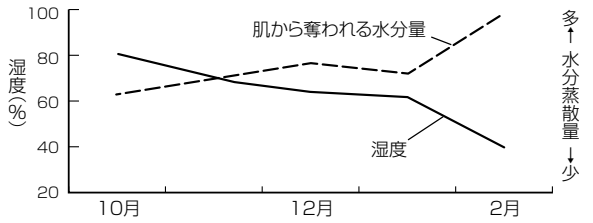
**（表－4）室内温湿度によるインフルエンザウイルスの生存率**

| 湿度＼温度 | 10℃ | 22℃ | 32℃ |
|---|---|---|---|
| 20%RH | 63% | 66% | 17% |
| 50%RH | 42% | 4% | 1% |
| 80%RH | 35% | 5% | ≒ 0% |

G·J·Harper による 6 時間後の生存率　高野健人氏他「セミナー健康住居学」より

◇髪や肌など美容面の影響もあります。健康な髪の水分量はおよそ 11 ～ 13%、髪はかつて湿度計に利用されるほど水分の吸放湿が大きく、乾燥するとパサついてつやを失い、美しさを保てません。肌についても、美容上の保湿が謳われているように、水分量が 10%以下になるとドライスキンといわれる状態になり、肌あれやかゆみの原因になります（図－６参照）。

**（図－ 6）秋冬の湿度変化と水分蒸散量の変化**




### Ⅱ．水分の蒸発・蒸散

◇紙や繊維などの吸湿性を有する材料は、空気が乾燥すると水分が奪われて物品としての特性は変化し、品質管理上の問題になります。

◇青果物などの食品類は、空気が乾燥すると水分が奪われて品質の低下をきたし、一度水分を失うと元の品質に戻すことはできません。

**【データと事例】鮮度低下や劣化の原因に**

◇野菜は 90%前後の水分を含んでおり、その 5%が減少すると、商品価値がなくなるといわれています。鮮度を保つには、概して低温と高湿度が必要です。

◇吸湿性材料としての紙は、水分の吸放湿によって伸縮します。また重ねておくと水分は端の方から失われていくため、反り上がりを生じたりします。材料が空気中に放出する水分の量は、空気の乾燥の度合いと材料の放湿率に依存します。

◇古美術品や絵画、木工品などは、放湿によってひび割れ、ひずみや劣化を起こします。

### Ⅲ．静電気

◇静電気は摩擦によって生じ、空気が乾燥すると帯電しやすくなって、不快な電撃を起こします。また生産機械の停止による生産効率の低下や、コンピュータの誤動作などの原因になります。

◇湿度をおよそ 60%RHに保てば帯電体の比抵抗が減少し、静電荷は放出されて静電気の発生を抑えられます。

**【データと事例】品質管理の重要なポイント**

◇静電気は印刷機械やコピー機の紙づまりの原因になります。また製薬工場の粉体付着、織物・被服工場の繊維のからみの原因となり、コンピュータルームなどでは、回路の故障、塵埃付着などの原因になります。

# 1-6. 改善を求められる事務所ビルの湿度不足

## 1-6-1. 事務所ビルの温湿度の実態

◆建築物衛生法は、（図－7）のように運用され、定期点検と記録が義務づけられ、さらに自治体（保健所など）による立入検査が行われます。この立入検査の結果をもとに、事務所ビルの空気環境、なかでも温度・湿度の実態について触れてみます。（表－5）は、東京都の立入検査の結果を抜粋したもので、不適合率は湿度が温度に比べて格段に高い数値にあることがわかります。また、温度以外の他の4項目（浮遊粉じん量など）では二酸化炭素の不適合率が高いほか、相対湿度は例年ワースト1にあるといえます（図－8参照）。
さらにデータは通年のものであり、冬季に限った相対湿度の不適合率は、特に高い傾向にあります。

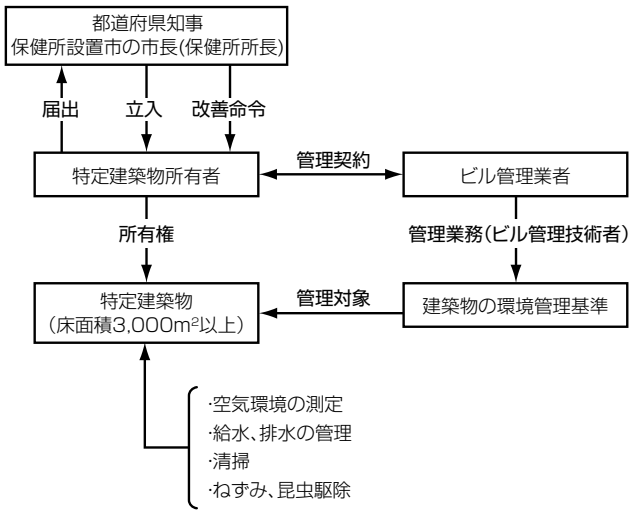
（表－5）特定建築物立入検査の結果

| 調査年 | | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 特定建築物届出数 | | 7,749 | 7,812 | 7,866 | 7,905 |
| 立入検査等件数 | | 1,539 | 1,633 | 1,679 | 1,486 |
| 不適合率 | 温 度 | 4.5% | 18.3% | 9.1% | 5.6% |
| | 湿 度 | 28.4% | 26.2% | 35.7% | 34.8% |

東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課調べ

（図－7）建築物衛生法運用の構成

松村 学氏、ビル管理技術者のための環境測定と記録、1990年（改）




## 1-6-2. 湿度不足の原因は

◆事務所ビルの冬期の湿度不足は、改善が強く望まれていますが、湿度不足の原因はどこにあるのでしょうか。それぞれのビルの空調方式などにより事情は異なりますが、下記のような加湿の問題が顕在化しています。

◇加湿に対する認識の不足。

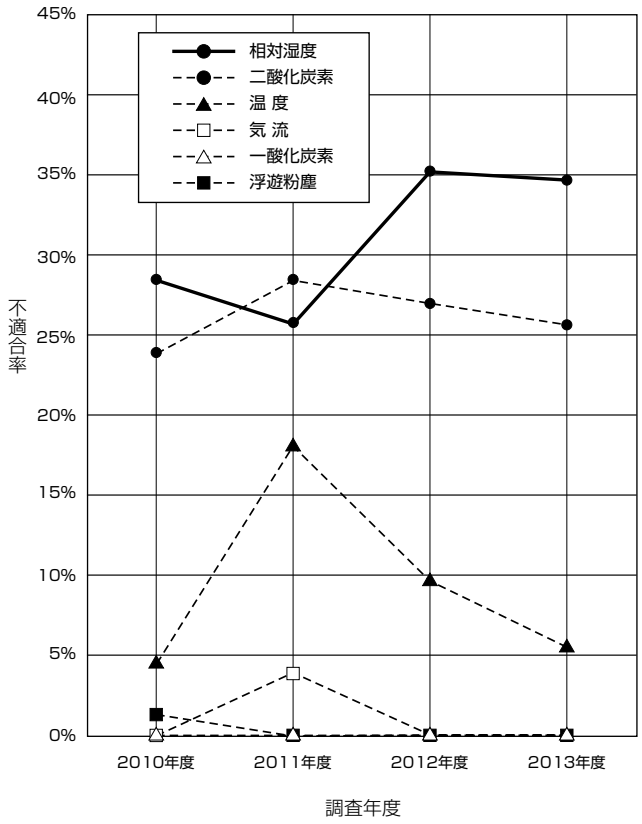
◇加湿器選定の難しさ、空調方式・空調機と加湿器の不適合。

◇整備不良による能力不足。

◆この背景には、部屋単位の空調である個別分散空調の普及に伴って空調機の小型化が進み、空調機内に能力を満足する加湿器を組み込むことが困難であること。また、天井隠ぺいなど加湿器の取付場所の問題で十分なメンテナンスができないことが挙げられます。
さらに近年では、OA化が進んで室内の発熱量が増加し、暖房期でも冷房を必要とすることが多くなっています。
この場合、ビル空調用加湿器の主流である気化式加湿器は、空気温湿度によって加湿能力が変化するため、加湿器の選定を誤ると湿度不足につながります（17頁参照）。

（図－8）空気環境測定における項目別不適合率

東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課調べ



# 2．加湿方式と加湿器の種類

## 2-1．加湿器の分類、用途と目的

### 2-1-1．加湿器の用途別分類と加湿の目的

◆空調には保健空調と産業空調があること、湿度は空調の重要な要素であること、そして加湿の必要性について述べてきました。

◆加湿器は空気中の水蒸気の量を増やして、湿度を上げる装置です。さて、この加湿器はどのように分類されるのか、加湿の目的とともにまとめてみます。

| 用途別分類 | 加湿の用途 | 加湿の目的 |
|---|---|---|
| 業務用加湿器 | オフィス、学校、ホテル、病院、工場など各職域の加湿 | ・職域の就労者、来訪者の健康維持 ( 健康の保持、美容）<br>・静電気防止 |
| 産業用加湿器 | 1．きのこ等農産物栽培用の加湿<br>2．米・青果物・肉類等の貯蔵用の加湿<br>3．印刷・繊維・食品・電子部品工場等の製造加工工程の加湿<br>4．電算機室・通信機械室・その他精密機器設置室の加湿 | 1．栽培に適した環境の提供<br>2．貯蔵品の鮮度保持、目減り防止<br>3．製造・加工製品の品質管理（歩留まり向上）<br>静電気防止<br>4．設置機器の機能維持<br>静電気防止 |
| 家庭用加湿器 | 一般住宅用の加湿 | ・居住者の健康維持（健康の保持、特に病人・幼児・高齢者）と美容<br>・静電気防止 |

### 2-1-2．３種類の加湿方式と加湿器の種類

◆加湿は、空気に水蒸気を加える方法、すなわちやり方により３種類があり、これを加湿方式といいます。

◆そして３種類の加湿方式のもとに、原理や機能の異なるさまざまな加湿器があります。

| 用途別分類 | ３種類の加湿方式 | 加湿器の種類（ ）内は機種名 |
|---|---|---|
| 業務用加湿器<br>産業用加湿器 | 1．気化方式<br>・水をその温度の水蒸気に気化して加湿する方法<br>2．蒸気方式<br>・水を 100℃または 100℃以上の蒸気にして噴霧する方法<br>3．水噴霧方式<br>・微細な水滴を直接空気に噴霧する方法 | 1．気化式加湿器（滴下浸透気化式・透湿膜式）<br>2．蒸気式加湿器<br>◆電力利用型蒸気発生器<br>（電極式・電熱式・ＰＴＣヒータ式・パン型）<br>◆一次蒸気スプレー式<br>（単管式・二重管式・立体拡散蒸気噴霧装置）<br>◆二次蒸気スプレー式（間接蒸気式）<br>3．水噴霧式加湿器<br>（超音波式・高圧スプレー式・二流体式・遠心式） |
| 家庭用加湿器 | | ・スチームファンタイプ（蒸気方式）<br>・スチーム／気化ハイブリッドタイプ（蒸気方式／気化方式） |

# 2-2. ３種類の加湿方式と空気の状態変化

## 2-2-1. 湿り空気線図について

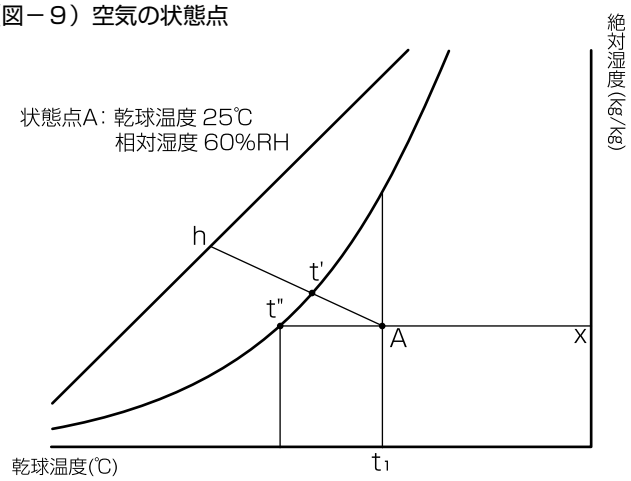
◆「1-4-2. 温度と湿度」で空気線図について触れましたが、加湿による空気の状態変化を理解しやすくするために、あらためて説明します。

◆湿り空気とは、乾き空気と水蒸気が混合したものであり、その空気の状態を知るための線図として、「湿り空気線図」があります。

◆湿り空気線図では、乾球温度と相対湿度など、空気の条件が２種類わかれば、他のすべての空気の状態がわかるようにつくられています。

◆例えば、温度 25℃･湿度 60%RH の空気の状態（状態点 A）は、（図－９）のように知ることができます。

（図－９）空気の状態点




t₁：乾球温度 25℃　　t'：湿球温度 19.5℃
t"：露点温度 16.8℃　　x：絶対湿度 0.012kg/kg
h：比エンタルピ 55.5kJ/kg

## 2-2-2. 気化式・水噴霧式と空気の状態変化

◆気化式は、水を加湿材に浸透させて気化蒸発させます。水噴霧式は微細な水滴を噴霧して気化蒸発させます。

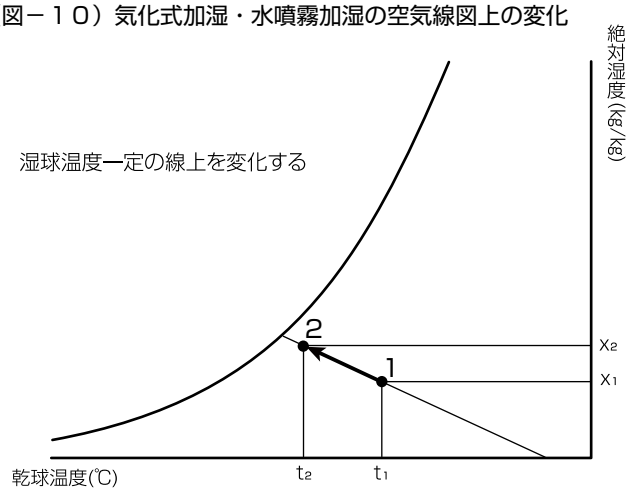
◆この変化は、何れも水は気化蒸発して絶対湿度を高め、空気は水との熱伝達および水の蒸発潜熱によって冷やされます。つまり、潜熱は増えて顕熱は減少します。

◆実用上は、この潜熱と顕熱の授受は等しい（エンタルピの増減がない断熱変化といいます）と考えて差し支えなく、空気線図上は（図－１０）のように湿球温度一定の線上（エンタルピ一定の線上と考えても差し支えありません）を変化します。

●顕熱とは、物質の温度変化のために使用される熱量で、ここでは空気温度の上下と考えてください。

●潜熱とは、物質の状態変化（相変化）のために使用される熱量で、ここでは水が水蒸気になると考えてください。

（図－１０）気化式加湿・水噴霧加湿の空気線図上の変化




## 2-2-3. 蒸気式と空気の状態変化

◆蒸気式は、一般的に 100 ～ 120℃の蒸気を噴霧します。

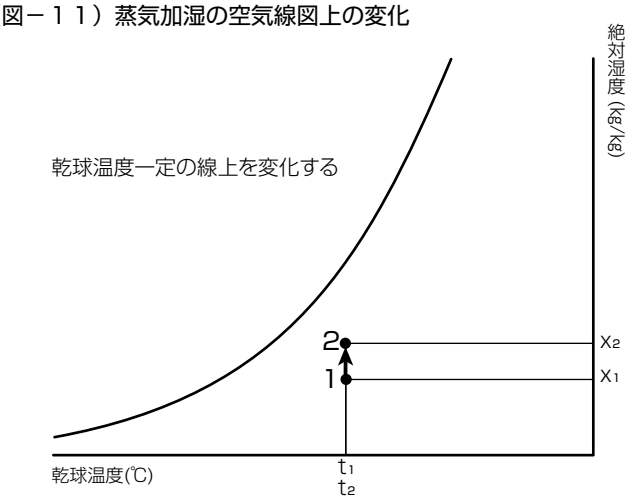
◆この変化は、蒸気のもつエンタルピにより、乾球温度をわずかに上昇させながら絶対湿度を高めることになります。

◆しかしながら実用上は、空気線図上は（図－１１）のように、乾球温度一定の線上を変化すると考えて差し支えありません。

●気化式・水噴霧式では、水の蒸発によって絶対湿度は高くなり、空気温度は下がります。

●蒸気式では、空気温度を下げることなく、絶対湿度を高めることができます。

（図－１１）蒸気加湿の空気線図上の変化



# 2-3. 加湿器の能力表示と仕様表示

## 2-3-1. 加湿器に関する用語について

◆加湿器は、3種類の加湿方式のもとにさまざまな種類があり、それぞれ原理や機能が異なります。従って、個々の加湿器の特徴をつかむためには、能力や仕様を表示する用語について理解しなければなりません。

## 2-3-2. 加湿効率について

◆**「加湿効率」**は、気流中に噴霧される水量または気化蒸発量、蒸気量の内、実際にどれだけの量が空気に付加されたかによって表します。

◆また実際に付加された量を**「有効加湿量」**といいます。

**【気化式加湿器の加湿効率】**

◇気化式加湿器は、水を含んだ加湿モジュール（加湿材）と気流との接触により気化蒸発する水分はすべて空気に付加されるため、加湿効率は 100%とみなします。

◇加湿能力については、気化式の特性で空気の温湿度および風量によって変動するため、加湿器の型式ごとに能力条件を設定して、**「標準加湿能力」**で表示します。

**【蒸気式加湿器の加湿効率】**

◇蒸気式加湿器の加湿効率は、「およそ」100%とみなします。「およそ」としている理由は、空気の温度が低いときは、噴霧された蒸気は空気によって冷やされて凝縮し、水滴となって空気に付加されないことがあるからです。

$$\text{加湿効率} = \frac{\text{有効加湿量}}{\text{蒸気発生量または蒸気噴霧量}}$$

◇加湿能力については、電力利用型蒸気発生器など加湿器自体で蒸気を発生する機種では**「蒸気発生量」**とし、供給蒸気（ボイラなどから供給される一次蒸気など）をそのまま噴霧する機種では**「蒸気噴霧量」**で表示します。

**【水噴霧式加湿器の加湿効率】**

◇水噴霧式加湿器の加湿効率は、噴霧する水の粒径が大きくなれば、未蒸発分の落下やエリミネータで捕捉される量は多くなり、効率は低下します。

$$\text{加湿効率} = \frac{\text{有効加湿量}}{\text{霧化量または噴霧量}}$$

◇加湿能力については、超音波式では**「霧化量」**、高圧スプレー式では**「噴霧量」**で表示します。

## 2-3-3. 飽和効率について

◇**「飽和効率」**は、加湿による空気の状態変化の中で、飽和点に至るまで、どこまで加湿できるか（加湿のしやすさ）を表します。

◇例として、10 頁（図－12）の気化式加湿器の空気線図を参照してください。①の空気の状態から湿球温度一定の線上を②まで加湿できたとします。次に②の状態点から延長していくと飽和点③に至ります。この②－①と③－①の線分比が飽和効率です。

**【気化式・水噴霧式加湿器の飽和効率】**

$$\text{飽和効率} = \overline{②-①} / \overline{③-①} \times 100\%$$
$$= (x_2 - x_1) / (x_3 - x_1) \times 100\%$$
$$= (t_1 - t_2) / (t_1 - t_3) \times 100\%$$

**【蒸気式加湿器の飽和効率】**

$$\text{飽和効率} = \overline{②-①} / \overline{③-①} \times 100\%$$
$$= (x_2 - x_1) / (x_3 - x_1) \times 100\%$$

◇飽和効率は、どの加湿方式を採用するかの重要な要素になります。飽和効率が 30%程度であれば、3種類の加湿方式すべてで対応できますが、50%あるいは 80%と高くとる必要がある場合は、気化式あるいは蒸気式加湿器で選定することになります。

◇飽和効率の概念については、17 頁「4-1. 加湿方式・機種選定のポイント」および 20 頁「事例でみる飽和効率／加湿のしやすさの概念」に詳述しています。

## 2-3-4. 給水有効利用率について

◆「給水有効利用率」は、加湿器への給水量の内、実際にどれだけの量が有効加湿量として空気に付加されたかを表し、節水効果をみる尺度になります。

$$給水有効利用率 = \frac{有効加湿量}{加湿器への給水量}$$

【気化式加湿器の給水有効利用率】

◇加湿モジュールの洗浄を目的として、加湿量プラスアルファの給水を行うため、その量が給水有効利用率に影響します。

【蒸気式加湿器の給水有効利用率】

◇電力利用型蒸気発生器等は、タンクや水槽など、蒸気発生部の水質管理やスケール対策のブロー量、蒸気噴霧管で発生するドレン量が給水有効利用率に影響します。

◇供給蒸気（ボイラなどから供給される一次蒸気など）をそのまま噴霧する機種では、給水はありませんから給水有効利用率はあてはまりません。

【水噴霧式加湿器の給水有効利用率】

◇噴霧する水の粒径が大きくなれば、未蒸発分の落下やエリミネータで捕捉される量は多くなり、給水有効利用率に影響します。

## 2-3-5. 蒸発吸収距離について

◆「蒸発吸収距離」は、気流中に噴霧される水分量が空気に吸収されるまでの距離を表します。加湿器を組み込む空調機の大きさにより、選定時の注意が必要です。

【気化式加湿器の蒸発吸収距離】

◇水分は加湿モジュールで気化蒸発するため、蒸発吸収距離は不要です。

◇この特徴を生かして、コンパクトな空調機にも組み込みが可能です。

【蒸気式加湿器の蒸発吸収距離】

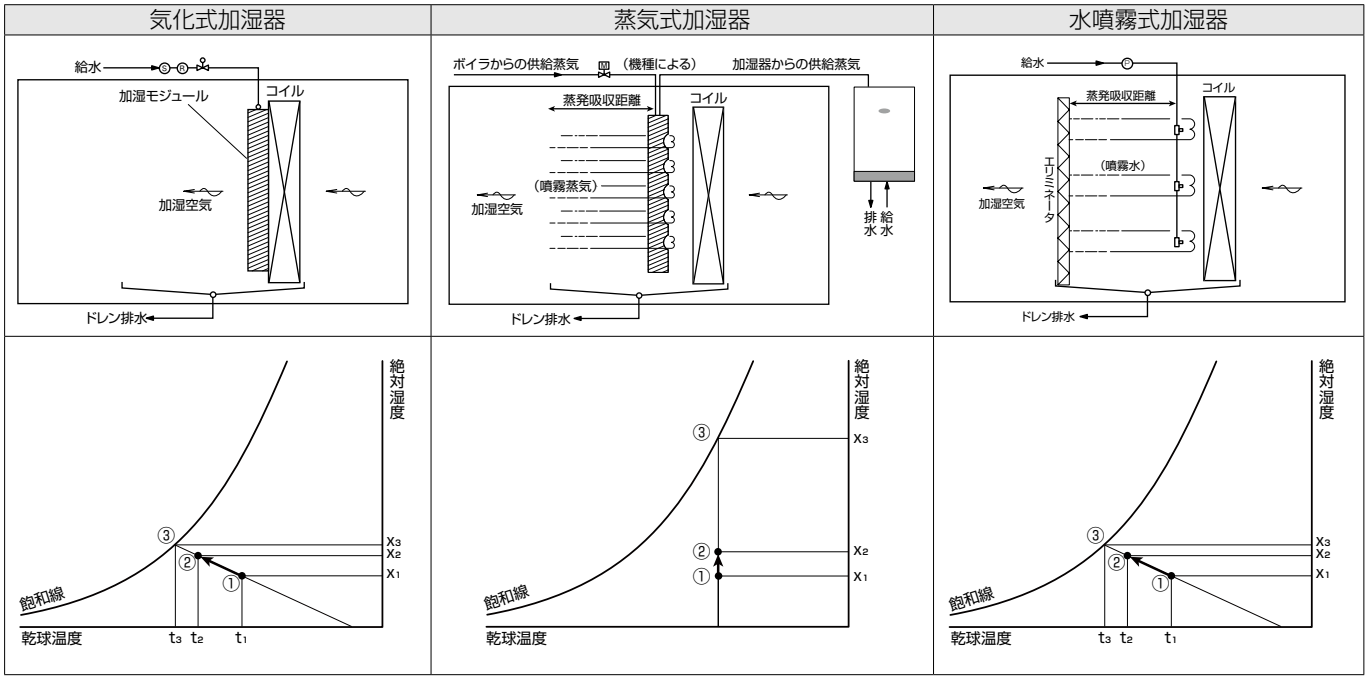
◇風量と空気の温度によりますが、およそ 30℃以下の空気の場合は、噴霧蒸気が凝縮することがあり、エリミネータ（除滴板）の設置が必要です。

【水噴霧式加湿器の蒸発吸収距離】

◇高圧スプレー式は噴霧する水の粒径が比較的大きいため、相当の蒸発吸収距離が必要になります。また、エリミネータの設置が必要です。

◇超音波式は空調機が狭く蒸発吸収距離が取れない場合や、およそ 30℃以下の空気の場合は、エリミネータの設置が必要です。

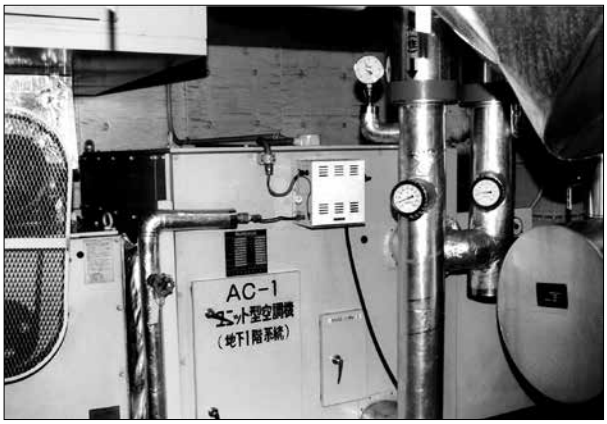
（図－１２）加湿器設置概略図／空気の状態変化



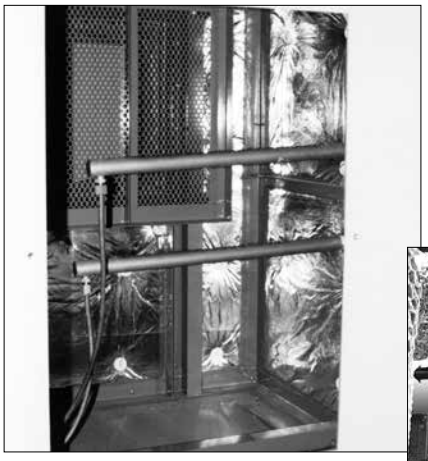
# 参考：加湿器の取付状態について

次は「2 － 4. 加湿器の種類と特徴」の説明になりますが、そのまえに加湿器の取付状態について、写真でみてみましょう。

空調機側板に取り付けられた
高圧スプレー式／ SVN タイプ

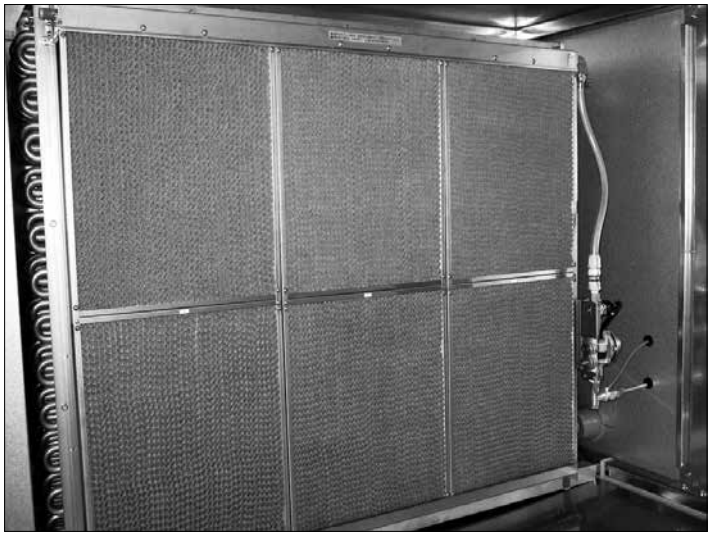



低温貯蔵庫に取り付けられた
超音波式／ BNB タイプ



空調機の横に取り付けられた
電極式 /SEB タイプと空調機内の蒸気噴霧管

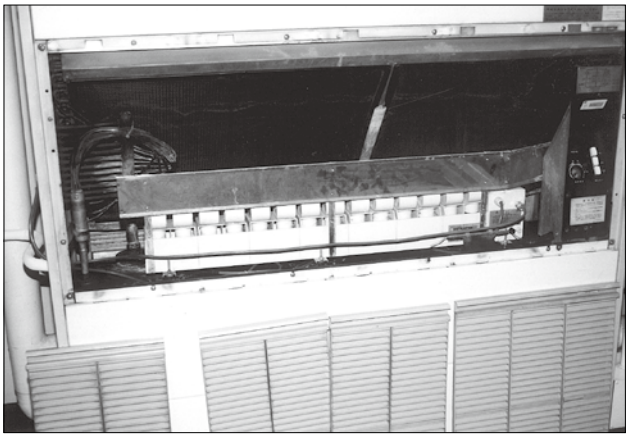
空調機内に取り付けられた滴下浸透気化式／ VHE タイプ



室内の天井面に取り付けて使用する
滴下浸透気化式／ VCH タイプ（てんまい加湿器）
この写真は天井面の化粧グリル（吸込・吹出口）

てんまい加湿器の化粧グリルを開けたところ

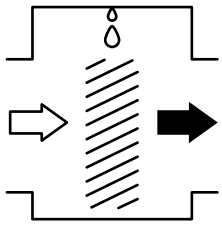
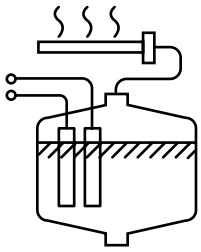
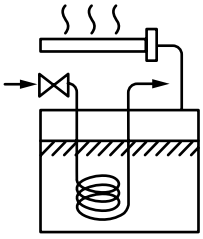
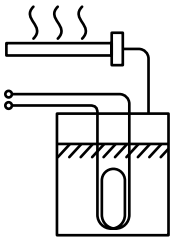
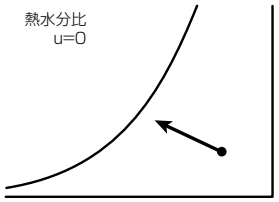
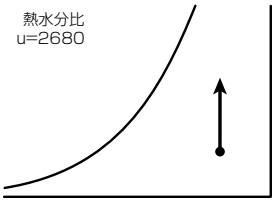
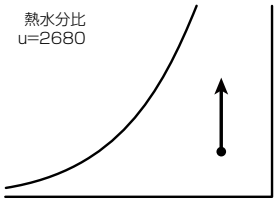
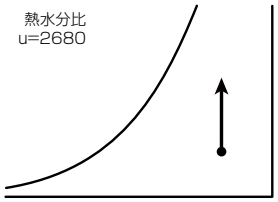
老人保健施設の天井付近に取り付けられた
滴下浸透気化式／ VTC タイプ

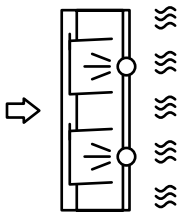
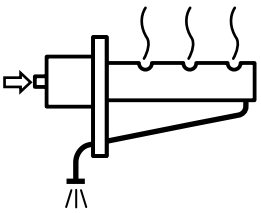
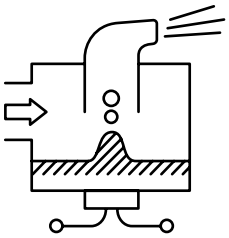
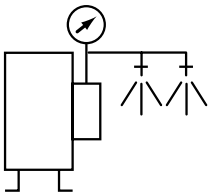
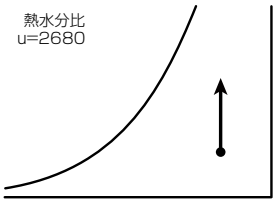
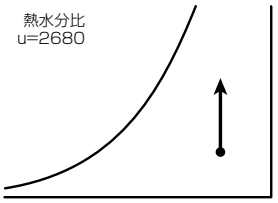
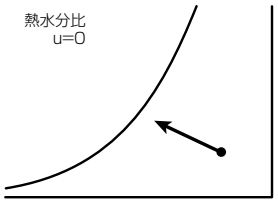
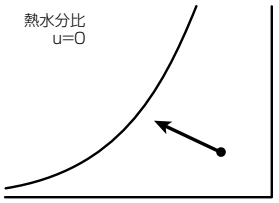


床置型パッケージエアコンの中に組み込まれた
超音波式／ ENS タイプ（旧タイプ）

きのこ栽培施設に取り付けられた
超音波式／ KNC タイプ（霧太郎）

## 2-4. 加湿器の種類と特徴

| 加湿方式 | 気化式加湿器 | 蒸気式加湿器 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 滴下浸透気化式 | 電極式、間接蒸気式、電熱式 | | | |
| 当社製品機種 | 滴下浸透気化式 | 電極式 | 間接蒸気式 | 電熱式 | |
| 加湿原理 | 加湿器の静置した加湿材に上部から給水し、水分を浸透させる。これに空調機または加湿器組込ファンの気流を通過させる。水分は気流と熱交換して気化蒸発し、高湿空気となって加湿する。 | 加湿器内の貯水した蒸気シリンダの電極に交流を通電すると水中の不純物は運動を行い、この運動エネルギは熱に変換されて水自体が発熱体となり蒸気を発生する。蒸気は噴霧管または本体のファンで送出され蒸発加湿する。 | 加湿器の加熱タンク内には加熱コイルが組み込まれ、これにボイラからの蒸気（一次蒸気）を導入する。タンク内の水はコイルで加熱され間接的に加湿用二次蒸気を発生する。発生した蒸気は噴霧管により送出され蒸発加湿する。 | 加湿器の加熱タンクに組み込まれたシーズヒータにより、タンク内の水を直接加熱し蒸気を発生する。<br>発生した蒸気は噴霧管または本体のファンで送出され蒸発加湿する。 | |
| 使用区分 | 空調機器組込型<br>ダクト接続型<br>室内直接加湿型 | 空調機器組込型<br>室内直接加湿型 | 空調機器組込型 | 空調機器組込型<br>室内直接噴霧型 | |
| 構造概略図 |  |  |  |  | |
| 加湿性状 | 高湿度空気 | 飽和蒸気 | 飽和蒸気 | 飽和蒸気 | |
| 空気線図上の変化<br>（線図上の動き） |  |  |  |  | |
| 加湿能力 ( kg /h) | 小～大容量まで設定 | 3 ～ 65 | 20 ～ 480 | 3.2 ～ 85 | |
| 加湿効率 (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 飽和効率 (%) | ～ 95 | 使用条件による | 使用条件による | 使用条件による | |
| 給水有効利用率 (%) | 30 ～ 70 | 75 ～ 90 | 75 ～ 90 | 85 ／ 95 | |
| 制御特性 ON-OFF 制御 | 可 | 可 | 可 | 可 | |
| 制御特性 比例制御 | 不　可（対応型式あり） | 可 | 可 | 可 | |
| 制御特性 制御性 | ふつう | よい | よい | 非常によい | |
| 給水水質<br>供給蒸気質 | 水道水同等（軟水は不適、一部に純水仕様あり） | 水道水同等<br>（軟水／純水不可） | 軟水／一次純水<br>（純水仕様あり） | 軟水／一次純水 | |
| 加湿の清浄度 | よい | よい | よい | よい | |
| 蒸発吸収距離 | 不要 | 使用条件による | 使用条件による | 使用条件による | |
| 主要交換部品 | 加湿モジュール<br>（約 5,000 時間） | 蒸気シリンダ<br>（約 4,000 時間） | 加熱コイル<br>（約 8,000 時間） | シーズヒータ<br>（約 10,000 時間） | |
| 消費電力（W/kg）<br>（加湿量 1 kg当り） | 低消費電力 | 約 750 | 低消費電力 | 約 760 | |

| | 蒸気式加湿器 | | 水噴霧式加湿器 | |
|---|---|---|---|---|
| | 蒸気噴霧装置 | | 超音波式、高圧スプレー式 | |
| | スチームブレンダー | ハイスチーマー | 超音波式 | 高圧スプレー式 |
| | 加湿用に供給される蒸気を空調機などの気流断面に均一に拡散させて噴霧する立体拡散蒸気噴霧装置。<br>蒸気と気流の混合を早めて蒸気密度の均一化を図り、低温の空気条件でも確実に加湿する。 | 加湿用に供給される蒸気を減圧調整して空調機などの気流中に噴霧する。<br>減圧機構（ドライチャンバ）と噴霧管は一体構造で、市販の制御装置と組み合わせて使用する。 | 加湿器の水槽底部に超音波振動子が取り付けられ、水面に向けて超音波を発振することにより水を常温のまま直接霧化する。霧は空調機または加湿器組込ファンの気流により送出され蒸発加湿する。 | 小型ポンプと噴霧ノズルで構成される。ポンプで加圧した水をセラミック製ノズルの小孔から気流中に噴霧する。水粒子は気流との熱交換により蒸発加湿する。 |
| | 空調機器組込型<br>ダクト接続型 | 空調機器組込型 | 空調機器組込型<br>室内直接加湿型 | 空調機器組込型 |
| |  |  |  |  |
| | 乾燥蒸気<br>飽和蒸気 | 乾燥蒸気<br>飽和蒸気 | 水微粒子<br>（最も細かい） | 水微粒子 |
| |  |  |  |  |
| | 各 種 | 10 ～ 160 | 0.4 ～ 18 | 25 ～ 125 |
| | 100 | 100 | 80 ～ 100 | 25 ～ 50 |
| | 使用条件による | 使用条件による<br>（蒸気供給） | ～ 50 | ～ 30 |
| | （蒸気供給） | （蒸気供給） | 80 ～ 100 | 25 ～ 50 |
| | 可（蒸気供給源による） | 可（制御弁による） | 可 | 可 |
| | 可（蒸気供給源による） | 可（制御弁による） | 可 | 不可 |
| | 蒸気供給源による | 制御弁による | よい | ふつう |
| | 清浄蒸気 | 清浄蒸気 | 水道水同等／純水 | 水道水同等 |
| | 供給蒸気による | 供給蒸気による | 水分蒸発後の粉じん<br>防止には純水器が必要 | よい |
| | 従来の噴霧管方式に比較して<br>大幅に短縮 | 使用条件による | 使用条件による | 必要<br>（エリミネータ要） |
| | なし | なし | 超音波振動子<br>（約 5,000 時間） | ポンプ部品 |
| | 0（蒸気供給） | 0（蒸気供給） | 80 ～ 100 | 20 以下 |

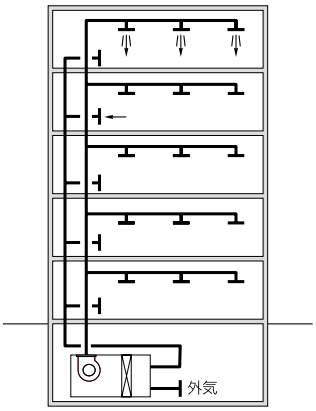
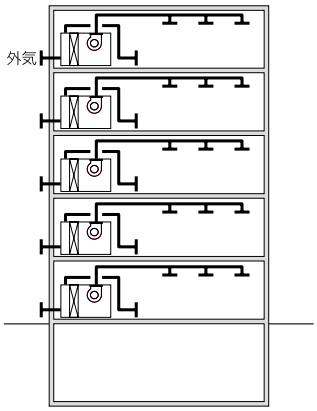
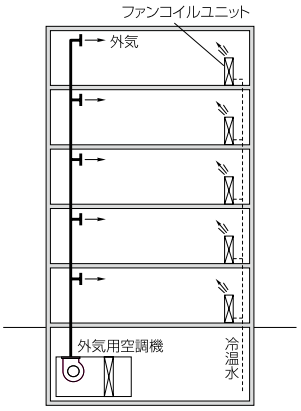
# 3．空調システムと加湿器

## 3-1．空調システムの分類と概要

◆加湿器は空調システムを構成する機器類の一つです。
ここでは、実際にどのような空調システムがあるのか、また加湿器はどのように使用されるのかを説明します。

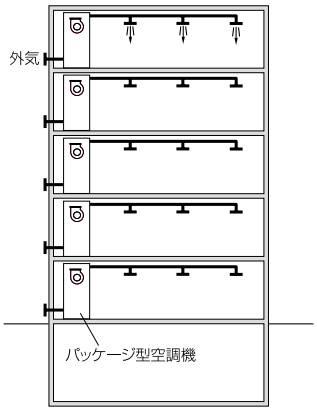
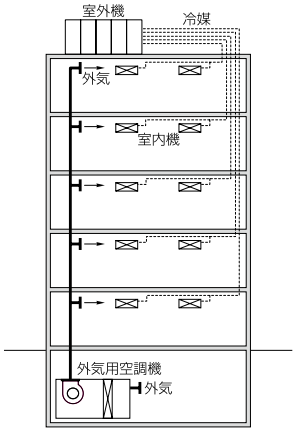
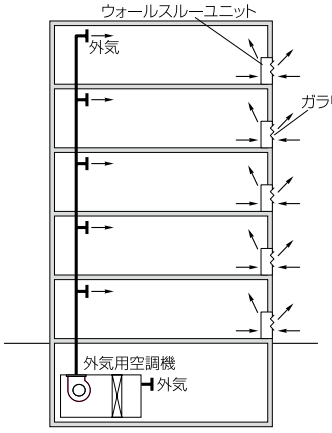
◆空調システムは、広くは熱源設備を含みますが、簡単にいえば「温冷熱を室内に搬送するシステム」といえます。具体的には、空調機･ファンコイルユニットなどの熱交換器、ファン、フィルタ、加湿器、ダクト、吹出口、吸込口その他付属機器を組み合わせて構成されます。

◆空調システムにはさまざまな種類があり、分類や名称も統一はされておらず、下の表は大まかな分類の一例です。
現在では建築物に求められる機能は多様化し、ひとつのの建物の空調でもフロアや部屋単位で複数の空調システムを構成する例が数多くみられます。

| 方式 | 中央方式 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 空気方式 | | 水－空気方式 | |
| | 単一ダクト方式（定風量・変風量） | 各階ユニット方式 | 外調機＋ファンコイルユニット方式 | |
| システム図 |  |  |  | |
| 概要 | ◇建物全体またはゾーンごとに 1 台の空調機を設置し、フロア・部屋に送風する基本的な方式。方位や部屋の用途などに応じて、ゾーン単位で系統分けすることが多い。<br>◇ゾーン単位の系統別あるいは部屋ごとのダクトに VAV ユニットを取り付ければ変風量方式になる。 | ◇単一ダクト方式の空調機を各階ごとに設置し、階ごとの制御を行う。ファンコイルユニット（※ペリメータ処理）方式と組み合わせることも多い。<br>◇運転管理は各階ごとに行えるメリットがある。<br>※ペリメータとは、空調域のなかで外壁からの熱の影響を受ける領域。日射や外気温度の影響が大きく、内部奥行きの大きな建物では、ペリメータゾーンとインテリアゾーンで別系統の空調を行うことが多い。 | ◇ファンコイルユニットは負荷に応じて必要台数を室内に設置する。冷温水は熱源装置から供給をうける。<br>◇外気は、外気処理空調機からダクトで各部屋に送る。<br>◇ファンコイルユニットは、床置型と天吊型それぞれ露出型と隠蔽型がある。<br>◇配管は夏と冬で冷温水共用とする 2 管式と別配管とする 4 管式がある。<br>2 管式：冷温水共用往管と還管<br>4 管式：冷水用往管と還管<br>温水用往管と還管 | |
| 用途 | ◇中大規模オフィスビルの全館系統<br>◇劇場、ホテル宴会場<br>◇工場 | ◇中大規模オフィスビル<br>◇商業ビル | ◇ホテル（客室）<br>◇病院（病室）<br>◇オフィスビルのペリメータ処理 | |
| 使用空調機 | ◇空調機（エアハンドリングユニット） | ◇空調機（エアハンドリングユニット） | ◇ファンコイルユニット<br>◇外気処理用空調機 | |
| 適合加湿方式／加湿器 | 基本的には、エアハンドリングユニットに取り付けられる加湿器が適合する<br>◇滴下浸透気化式／ VHE タイプ<br>◇電極式蒸気／ SEB タイプ<br>◇電熱式蒸気／ SJB タイプ<br>◇間接蒸気式／ SHE タイプ<br>◇蒸気噴霧式／ハイスチーマー、立体拡散蒸気噴霧装置<br>◇超音波式／ ENA タイプ<br>◇高圧スプレー式／ SVN、SVK タイプ（コンパクトタイプエアハンには不可） | | ファンコイルユニットに取り付けられる加湿器が適合する<br>◇外気処理用空調機に加湿器を組み込むことが多く、滴下浸透気化式／ VHE タイプ、各蒸気式加湿器も適合する。 | |

◆下の表では、熱源配置による分類として、熱源や空調機が機械室に設置される「中央方式」と、各室内またはその付近に設置される「個別方式」に分けています。また、中央方式は温冷熱の搬送に水を使うか空気を使用するかにより、「空気方式」と「水･空気方式」に分類されます。個別方式は「パッケージ方式」あるいは「冷媒方式」と呼ばれます。

●室内の天井面に単独に取り付けて使用する滴下浸透気化式／ VCJタイプ（てんまい加湿器）は、下表のすべての空調システムに適合します。

| | 個別方式 | | |
|---|---|---|---|
| | パッケージ方式（冷媒方式） | | |
| | 各階ユニット方式 | 空気熱源マルチ型エアコン方式 | 空気熱源ウォールスルーユニット方式 |
| |  |  |  |
| | ◇基本的には中央方式の各階ユニット方式に同じで空調機をパッケージ型に置きかえたもの。<br>◇空調機は空冷式（ヒートポンプ）と冷却塔を用いる水冷式がある。<br>◇このほか冷却塔と温水ボイラを併用し、空調機に熱源水を供給する水熱源ヒートポンプ方式がある。冷房と暖房が混在する建物で、冷房廃熱を暖房用熱源に熱回収できるため、大型店舗などに採用される。 | ◇複数の室内機と、屋上などに設置した室外機とを冷媒配管で接続して冷暖房を行うヒートポンプ方式。ビル用マルチエアコン方式ともいう。<br>◇全熱交換器と組み合わせて使用することも多い。<br>◇専用機械室が不要で各種容量の室内機を選定して分散配置ができる。<br>◇１万平米程度の大規模ビルでも採用されることが多くなってきた。 | ◇外壁の腰壁部分のガラリに設置した空調機により冷暖房を行うヒートポンプ方式。<br>◇ユニットから外気取入れができる機種もある。<br>◇ダクト、配管の施工が容易である。<br>◇全熱交換器と組み合わせて使用することも多い。 |
| | ◇中小規模オフィスビル（テナントビル）<br>◇商業ビル | ◇中小規模オフィスビル<br>◇商業ビル | ◇小規模オフィスビル<br>◇ホテル（客室）、病院（病室）<br>◇中大規模ビルのペリメータ処理 |
| | ◇床置型パッケージエアコン | ◇天井埋込型パッケージエアコン<br>◇天吊型パッケージエアコン | ◇ウォールスルーユニット |
| | 床置型パッケージエアコンに取り付けられる加湿器が適合する<br>◇滴下浸透気化式／ VPA タイプ<br>◇各蒸気式加湿器<br>◇間接蒸気式／ SHE タイプ<br>◇超音波式／ ENA タイプ<br>◇空調機によっては滴下浸透気化式／ VHE タイプも適合する。 | ◇滴下浸透気化式／ VCJ タイプ（てんまい加湿器）、VSB タイプ（ダクト途中に設置するダクト接続型）<br>◇空調機メーカー向の滴下浸透気化式 OEM 品<br>◇外気処理用空調機に加湿器を組み込むことも多く、滴下浸透気化式 VHE タイプなどが適合する。 | ◇滴下浸透気化式／ VCJ タイプ（てんまい加湿器）<br>◇滴下浸透気化式／ VPA タイプ<br>◇空調機メーカー向の滴下浸透気化式 OEM 品<br>◇空調機によっては、各蒸気式加湿器も適合する。 |

# 4．加湿器の選定

## 4-1．加湿方式・機種選定のポイント

### 4-1-1．加湿方式と飽和効率

◆加湿器の選定にあたっては、必要加湿量・価格・運転コストのほか、空気条件（温湿度・風量）や組込対象となる空調機の大きさなどを考慮しなければなりません。

◆そして選定にあたって特に注意したいのは、飽和効率と蒸発吸収距離です。飽和効率は、設計上の空気条件に対する加湿器の能力を示すものとして重要です（20 頁、「事例でみる飽和効率」を参照してください）。
また蒸発吸収距離は、空調機の形状と大きさに関係します。

### 4-1-2．気化式加湿器選定の留意点

**【気化式加湿器と飽和効率】**

◇気化式加湿器は、水を含んだ加湿モジュールに気流を通過させ、顕熱・潜熱の熱交換により水は気化蒸発して加湿を行います。このため、蒸気式や水噴霧式とは異なり、蒸発吸収距離に注意する必要はありません。

◇加湿モジュールの奥行寸法を制限なく大きくすれば、理論上飽和効率 100%の加湿も可能です。
しかし、奥行を大きくとれば圧力損失は増加し、空調機の送風能力に影響を与えます。

◇従って、圧力損失を抑えて飽和効率を大きくとれる加湿モジュールが必要となり、当社滴下浸透気化式では 95%まで対応が可能です。

**【加湿器の温湿度特性】**

◇気化式加湿器の加湿能力は、加湿モジュールを通過する空気の温湿度によって変化します。
空気の温度が高く、湿度は低いほど加湿能力はアップします。逆に空気の温度が低く、湿度は高いほど加湿能力はダウンします（図－１３参照）。このことは一般の暖房では加湿を必要とするときに能力はアップするので有利になりますが、注意しなければならないこともあります。

◇注意したいのは、空調機の運転モードです。
暖房運転を条件（加湿能力測定条件といいます）に加湿能力を算出しても、実際の空調運転で温度が下がれば加湿量はダウンします。
オフィスではOA機器の普及に伴って室内発生顕熱は増加し、暖房期でも暖房運転を短縮（朝の立ち上がりや夕方・夜間のみ暖房を行う）したり、冷房を行うことも多くみられます。「東京都健康安全センタービル衛生検査係」が実施した冬期における事務所ビルの温湿度調査（平成 18､19 年度）では、冬期の空調モードは 7 割以上が冷房・送風運転であり、吹き出し口温度の平均値は居室内温度に比べ 1.5 ～ 2℃低い結果でした。このように、オフィスビルでは暖房運転を想定して空調機組込の気化式加湿器を選定すると、実際の空調運転では加湿能力がダウンして湿度不足の原因になります。

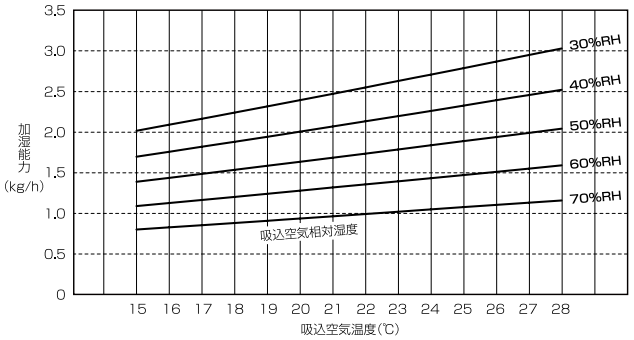
**加湿方式別の適用飽和効率のめやす**

◇気化式加湿器
理論上、100%まで可能である。

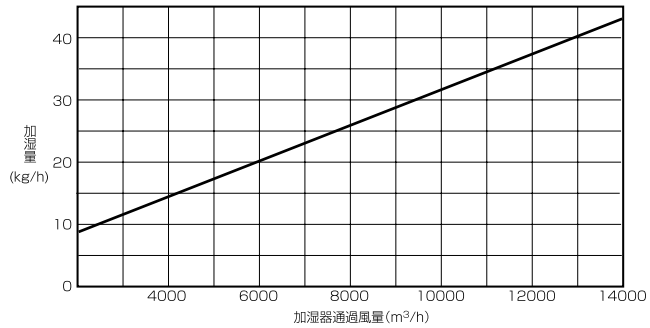
◇蒸気式加湿器
保健空調の温湿度範囲であれば、何れにも適用する。
ただし低温加湿の場合は凝縮のおそれがあり注意を要する。

◇水噴霧式加湿器
実用上、高圧スプレー式は 30%、超音波式は 50%を限界とする。

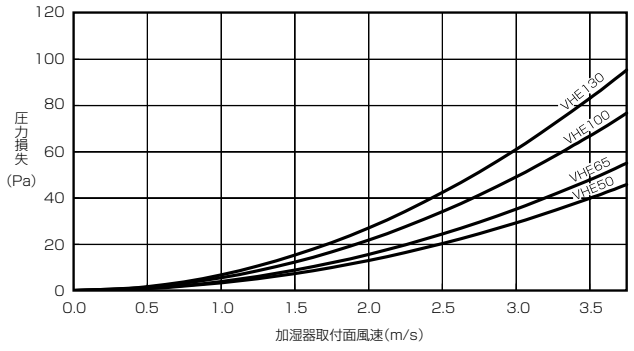
（図－１３）入口空気温湿度に対する加湿能力（風量一定）
（てんまい加湿器 VCJ2200：強運転時、風量 570m$^3$/h）




（図－１４）風量に対する加湿能力（温湿度一定）
（VHE50：32℃・20%RH）




（図－１５）加湿器取付に伴う圧力損失
（VHE タイプ：クローズ方式）



【加湿能力と風量】

◇気化式加湿器の加湿能力は、温湿度一定の条件においては、加湿モジュールを通過する風量に比例します。(図－ 14 参照)

◇ VAV システム（可変風量制御方式）などで、ファンの回転数を制御している空調では送風量が減少すれば加湿量もダウンしますので湿度不足の原因になることがあります。

【加湿モジュールの限界風速】

◇気化式加湿器は加湿モジュールへの通過風速（取付面風速）が速すぎると、中の水分が水滴となってキャリーオーバ（水滴飛散）することがあります。空調機組込型やダクト接続型の加湿器を選定するときは注意が必要です。

【個別分散空調とてんまい加湿器】

◇近年、中小規模ビルを中心として、マルチ型エアコンを使用した個別分散空調が普及しています。
また、１万平米を超える大規模ビルにも採用されることが多くなりました。
この場合、空調機メーカー向けの組込型気化式加湿器（OEM 品）や、メーカーオリジナルの気化式加湿器を使用する例が多くみられます。

◇しかし、この場合は前述の温湿度特性や低風量の影響を受けて、湿度不足を起こしやすくなります。
対応策としては、外気処理用空調機に加湿器を組み込んで加湿する方法がありますが、空気の予熱を必要とする場合が多く、当社としては「てんまい加湿器」の使用をおすすめしています。

◇「てんまい加湿器」は、天井面に単独に取り付けて使用しますので、空調機の冷暖運転や風量の影響を受けずに、室内の空気条件や容積に応じて加湿を行うことができます。
またこのことは、個別分散空調に限らず、加湿を空調機から切り離す、すべての空調システムにおいて当てはまります。

## 4-1-3. 蒸気式加湿器選定の留意点

【蒸気式加湿器と蒸発吸収距離】

◇蒸気式加湿器の飽和効率は、これまで述べてきたように、保健空調の温湿度範囲では考慮しないで選定することができます。

◇しかしながら、これまで問題は少ないとされていた蒸気加湿も、空調機のコンパクト化が急速に進む現在では、空気の温度が低い場合の蒸発吸収距離に注意が必要です。

◇およそ空気の温度が 20℃以下の低温加湿では、パイプ状の噴霧管から噴霧された蒸気は冷やされて白い帯状の流れとなり、障害物にあたったり、ファンに吸引されると露つきの原因になることがあります。

◇当社では低温加湿の場合は空気の予熱をお願いしていますが、蒸発吸収距離のとれない選定は注意が必要です。

【低温加湿における蒸気の拡散噴霧装置】

◇低温加湿の場合でも、蒸気の拡散性がよければ問題を回避できます。立体拡散蒸気噴霧装置（スチームブレンダー）はこれに該当します。独自の蒸気拡散噴霧機構により蒸気を均等に分散噴霧し、低温域においても蒸気噴霧の凝縮・露つきを回避します。

【蒸気加湿の清浄性】

◇蒸気加湿で注意すべき点に清浄度があります。特にボイラから供給される蒸気をそのまま噴霧する一次蒸気スプレー式では、ボイラの水質管理に使用する水処理剤の揮発成分や配管防食剤が加湿蒸気に移行することがあります。

◇また、加湿用蒸気配管は加湿のオフシーズンには通気されないことが多く、配管腐食の著しい進行をみることがあります。この場合は錆やスラッジが通気開始当初の加湿蒸気に移行し、衛生的とはいえません。

◇蒸気加湿の清浄度については、後述の 33 頁「5-2-7. 蒸気式加湿器の注意点」を参照してください。

## 4-1-4. 水噴霧式加湿器選定の留意点

【水噴霧式加湿器と飽和効率】

◇水噴霧式加湿器の飽和効率は、前述のように高圧スプレー式は 30%、超音波式は 50%までをめやすとします。

◇水を空調機内に噴霧するわけですから、選定にあたって注意したいのは蒸発吸収距離です。また、噴霧した水の粒子と空気の接触（熱交換）が効率よく行われるように、取付にも注意が必要です。

【高圧スプレー式加湿器の加湿効率】

◇高圧スプレー式の噴霧粒子は比較的粗いため、蒸発吸収距離を確保する必要から汎用エアハンドリングユニットなどの大型空調機に適合します。

◇高圧スプレー式は、大風量に対して多量の噴霧を行うと考えます。飽和効率を低くとるということは、加湿はしやすいわけですから、加湿効率（有効加湿量／噴霧量）をいかに高めるかを考えます。

◇加湿効率は、空気の温湿度、水空気比（風量に対する噴霧量の比）、空調機の大きさ、ノズル数、ノズル配置、噴霧方向などにより決まります。

◇空気の乾湿球温度差が大きく、水空気比は小さいほど加湿効率は上がります。噴霧量を増やして加湿量を確保しようとしても給水有効利用率は低下し、ドレンとして排水する量が多くなります。

◇加湿効率を向上させるには、取付上の配慮も必要ですから、次のような点に注意してください。

①空気温度の高いヒータ通過後の加湿とし、エリミネータは必ず取り付ける。

②空調機の断面に対してノズルはできるだけ均等に配列されるように、ヘッダーセット（ノズル配管）の寸法および取付位置を決める。

③ノズルから下流側エリミネータまでの蒸発吸収距離は、400mm 以上のスペースを確保する。

④個々のノズルからの噴霧が干渉しないように間隔をとる。

⑤噴霧の方向は、気流に対向するカウンターフローとする。

⑥ノズルからコイルまでの距離は 200mm 以上のスペースを確保する。

【超音波式加湿器の加湿効率】

◇超音波式の噴霧粒子はたいへん小さく、飽和効率 50%をめやすとして汎用エアハンドリングユニットをはじめ、床置型パッケージエアコンに適合します。

◇加湿効率は、空気温度の高い条件であれば 80%以上を確保できます。

◇空調機組込型の超音波式は、加湿器で発生した霧を空調機の気流で誘引します。外気処理用空調機に取り付ける場合など、空気温度が低く、飽和効率を高くとるときは加湿効率は低下し、必ずエリミネータの取付が必要です。

【超音波式加湿器と水処理】

◇超音波式は噴霧粒子が小さく加湿効率を高くとれるため、水分蒸発後には水の中の溶解成分（白い粉）が空気中に残ります。この粉じんがオフィスのパソコンディスプレイに付着することがあります。このような場合は給水に純水を使用する必要があります。水処理については、後述の 28 頁「5-1. 加湿器と水処理 」を参照してください。

【超音波式加湿器と産業空調】

◇室内直接噴霧型の超音波式は、米や青果物など貯蔵庫の加湿に適しており、この場合は飽和点近くの高湿度の条件で使用します。産業空調については、後述の 45 頁「6-1. 産業別の空調温湿度条件」を参照してください。

# 事例でみる飽和効率／加湿のしやすさの概念

飽和効率を理解し、また加湿による空気線図上の変化を再確認するために、空気条件と加湿量を仮定して、加湿方式別の飽和効率の差異を調べてみます。

| 気化式・水噴霧式と蒸気式 | |
|---|---|
| A の条件 | B の条件 |
| 温度 30℃・湿度 20%RH の空気<br>3,000m$^3$/h に 10kg/h の加湿を行う | 温度 15℃・湿度 20%RH の空気<br>3,000m$^3$/h に 10kg/h の加湿を行う |

◇気化式・水噴霧式による加湿の場合は、湿球温度一定の線上（エンタルピ線一定としても差し支えありません）を変化します。蒸気式による加湿の場合は、乾球温度一定の線上を変化すると考えて差し支えありません。

◇Aの条件と B の条件で異なるのは空気の温度です。下記の線図と飽和効率の数値をみると、加湿方式によって飽和効率に大きな差異の生まれることがわかります。

◇【a】と【c】を比べてみます。空気条件は同じでありながら、飽和効率には大きな差異があり、蒸気式の方が飽和効率は低く、加湿はしやすいことがわかります。

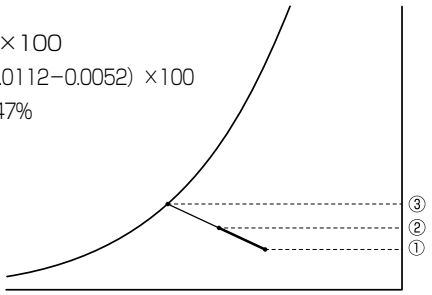
◇【a】と【b】を比べてみます。加湿方式は同じでありながら、飽和効率に大きな差異があり、空気温度が低くなると飽和効率は高くなり、加湿はしにくくなることがわかります。

◇このように、空気温度が高く、湿度は低いほど加湿はしやすくなり、逆に空気温度は低く、湿度が高いほど加湿はしづらくなります。

◇加湿方式や加湿器を選定するときは、与えられた空気条件の中で、どれだけの飽和効率をとらなければならないかをチェックすることになります。飽和効率を低くとれる加湿はしやすくなり、高くとる場合はむずかしくなります。

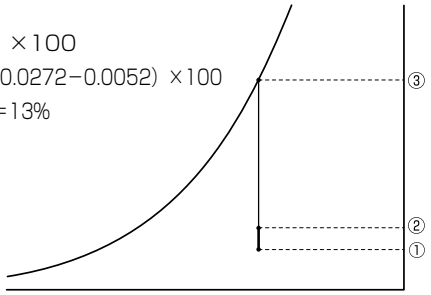
【a】 Aの条件で気化式・水噴霧式の場合

飽和効率は
(②−①) / (③−①) ×100
(0.0080−0.0052) / (0.0112−0.0052) ×100
0.0028/0.006×100=47%



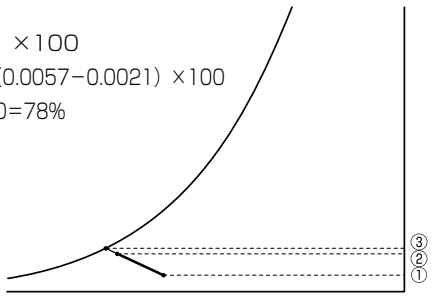

【c】 Aの条件で蒸気式の場合

飽和効率は
(②−①) / (③−①) ×100
(0.0080−0.0052) / (0.0272−0.0052) ×100
0.0028/0.022×100=13%



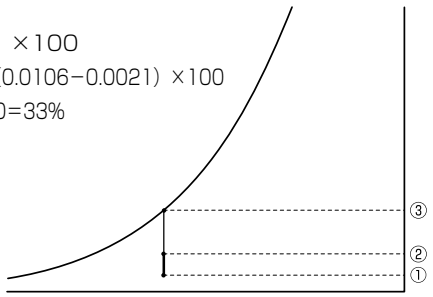

【b】 Bの条件で気化式・水噴霧式の場合

飽和効率は
(②−①) / (③−①) ×100
(0.0049−0.0021) / (0.0057−0.0021) ×100
0.0028/0.0036×100=78%




【d】 Bの条件で蒸気式の場合

飽和効率は
(②−①) / (③−①) ×100
(0.0049−0.0021) / (0.0106−0.0021) ×100
0.0028/0.0085×100=33%




| | 加湿前の空気加湿前の空気 | | | 加湿後の空気 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 気化式・水噴霧式の場合 | | | | 蒸気式の場合 | | | |
| | 温 度 (℃) | 相対湿度 (%RH) | ① 絶対湿度 (kg/kg) | 温 度 (℃) | 相対湿度 (%RH) | ② 加湿後の絶対湿度 (kg/kg) | ③ 飽和点の絶対湿度 (kg/kg) | 温 度 (℃) | 相対湿度 (%RH) | ② 加湿後の絶対湿度 (kg/kg) | ③ 飽和点の絶対湿度 (kg/kg) |
| Aの条件 | 30 | 20 | 0.0052 | 23 | 45 | 0.0080 | 0.0112 | 30 | 30 | 0.0080 | 0.0272 |
| Bの条件 | 15 | 20 | 0.0021 | 8 | 75 | 0.0049 | 0.0057 | 15 | 45 | 0.0049 | 0.0106 |

# 4-2. 加湿器の制御

## 4-2-1. 自動制御とは

◆空調は、室内の温度や湿度を調節することを目的としていますが、そのための操作は、ほとんど自動制御によって行われています。日常の弁の開閉など人の手に頼らず、モータなどを使用して自動開閉します。

◆自動制御のやり方には、制御の結果を常に調整しながら制御動作を行うフィードバック制御と、機器の運転・停止などの工程を、あらかじめ定められた条件・動作・順序に従って制御していくシーケンス制御があります。

◆空調における温湿度制御は、保健空調においてはフィードバック制御により行われています。これは、室内の温度や湿度といった制御量を検出し、これを目標値（設定値）と比較して、その偏差に応じた制御信号を出して、操作部を動かして調節動作を行います（図－16 参照）。

## 4-2-2. 自動制御の方式

◆自動制御の方式には、電気式・電子式・空気式・電子空気式・自力式の 5 種類があり、必要とする制御の精度と対応する機能により使い分けがなされています。

◆保健空調の温湿度制御には、電気式の制御がよく使用されます。検出部と調節部を兼ねた温度調節器（サーモスタット）や湿度調節器（ヒューミディスタット）を室内の壁面などに取り付けて、制御信号を操作部に送ります。

◆電気式は、信号の伝送と操作部の駆動用に電力を用いるもので、精度はあまり高くありませんが、構造は簡単で安価なシステムを組むことができます。より精度を必要とする場合には、電子式あるいは電子空気式を使用することもあります。

## 4-2-3. 自動制御の制御動作

◆自動制御を制御動作により分類すると、二位置動作、多位置動作、比例動作などがあります。

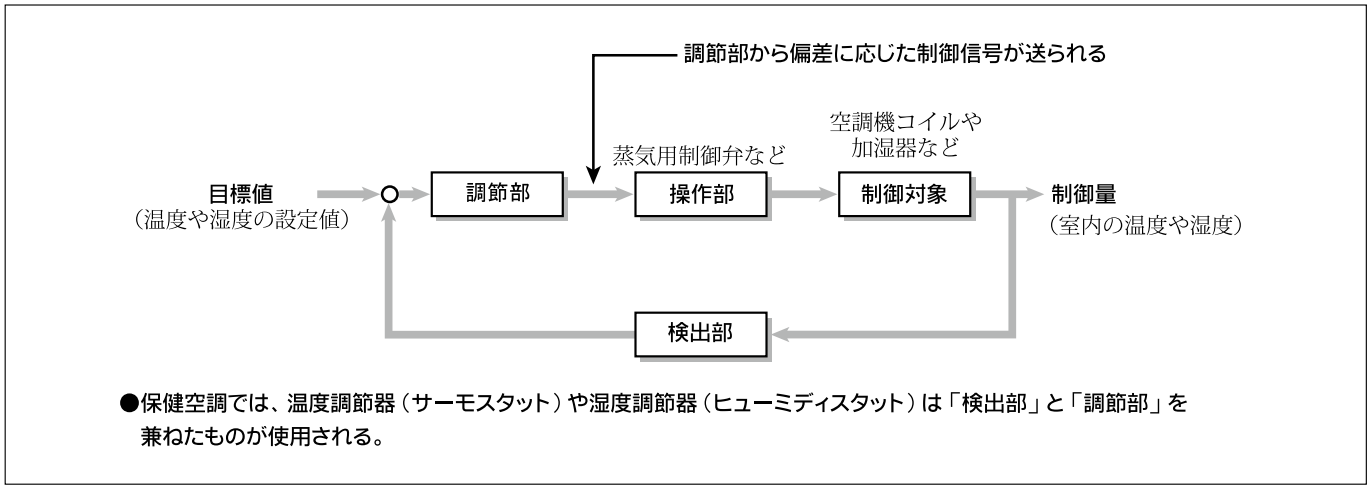
◆それぞれの動作について、蒸気供給弁の制御を例にして説明します。二位置動作は、偏差により弁が全開か全閉のどちらかの動作をするもので、ON-OFF 制御ともいわれています。多位置動作は、二位置動作の制御性を改善するもので、弁の開度を段階的に調節し、ステップ制御ともいわれます。比例動作は、制御信号の値に比例して弁の開度を調節するもので、比例制御または P 制御ともいわれます。比例動作はさらに、PI 制御、PID 制御といった高度な制御方法もあります。

## 4-2-4. 加湿器の制御

◆加湿器の制御は、二位置動作（ON-OFF 制御）または比例動作（比例制御）どちらかを採用するといってよいでしょう。「2-4. 加湿器の種類と特徴」を参照してください。制御特性の欄をみると、加湿方式や機種により対応する制御は異なります。

◆ ON-OFF 制御は、すべての加湿方式・機種で対応しますが、比例制御に対応するのは蒸気式の各機種と超音波式、産業向けの気化式の一部です。それでは加湿方式別の制御特性について説明します。

（図－16）フィードバック制御の流れ




●保健空調では、温度調節器（サーモスタット）や湿度調節器（ヒューミディスタット）は「検出部」と「調節部」を兼ねたものが使用される。

【気化式加湿器の制御特性】

◇気化式の加湿能力は、空気の温湿度と風量によって変化し、単に給水量を比例的に制御しても、制御量（要求加湿量）と合致するとは限りません。また、加湿モジュールは水分を含んでいるため、ON-OFF 制御で給水を止めても、残っている水分が蒸発するまで加湿を続けることになります。従って、気化式に高度な制御を求めることはできません。

◇ただし、加湿器への要求能力の幅が大きいとき、節水、乾燥運転を目的としてステップ制御を行う事例も見られます。

◇空調機 ( エアハンドリングユニット ) 組込の気化式加湿器では気化式加湿器単独ではなく、空調機コイルとの組み合わせにより比例制御を行うことができます。加湿後空気の露点温度（絶対湿度）を一定にするように、加湿前空気の加熱量を比例制御させます。したがって、外気温湿度の変化に対しても加湿後空気の露点温度（絶対湿度）を一定として制御させることができます。

【蒸気式加湿器の制御特性】

◇加湿の比例制御に最もよく対応するのが蒸気式です。ハイスチーマーなど一次蒸気スプレー式は、比例動作の蒸気供給弁により、供給蒸気量を制御することができます。

◇また、電極式や電熱式など電力利用型蒸気発生器は、電力量の調節により蒸気発生量を制御することができます。

【水噴霧式加湿器の制御特性】

◇高圧スプレー式は、噴霧粒径は比較的粗く、噴霧量を比例的に制御しても制御量（要求加湿量）と合致するとは限りません。また、ポンプの特性上においても困難です。

◇超音波式は、噴霧粒径が細かいため、高圧スプレー式とは異なり、オプションの比例制御ユニットにより霧化量を制御することで比例制御に対応します。特に産業用として使用される室内直接噴霧型はオプションとして比例制御ユニットを用意しています。

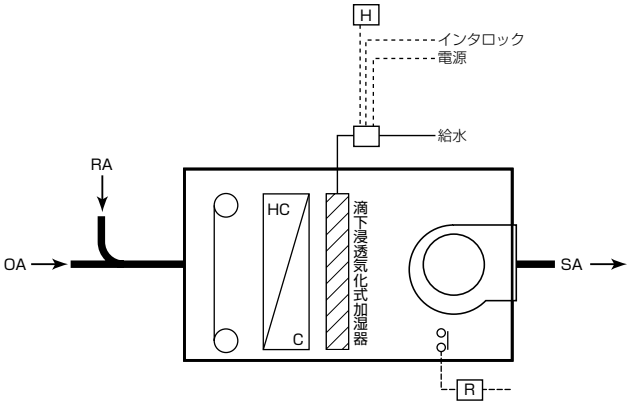
（表－6）自動制御の方式

| 方　式 | 精度のめやす | | 特　徴 |
|---|---|---|---|
| | 温度 | 湿度 | |
| 電気式 | ±2.0℃ | ±15%RH | 検出部と調節部が一体化した簡単な構造。ON-OFF制御、比例制御で使用。 |
| 電子式 | ±1.5℃ | ±10%RH | 調節動作の演算装置として電子回路を用いたもの。 |
| 空気式 | ±1.0℃ | ±5%RH | 被制御体の変位を空気圧信号に置き換えて制御する。 |
| 電子空気式 | ±1.0℃ | ±5%RH | 電子式と空気式を組み合わせたもので制御性は最もよい。 |

（図－17）湿度制御の一例

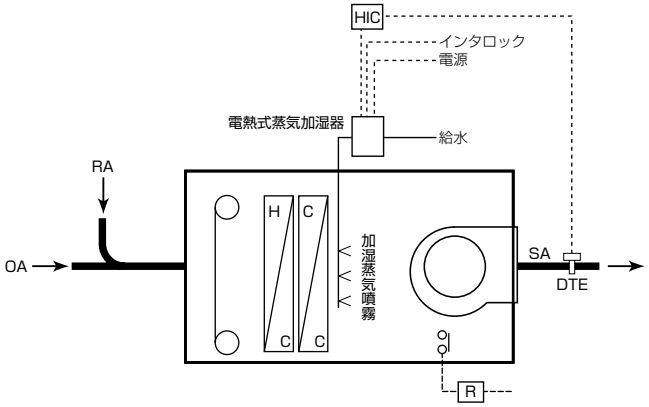
【滴下浸透気化式加湿器の電気式 ON-OFF 制御】

◇ヒューミディスタット（H）の信号により、滴下浸透気化式を ON-OFF 制御する。




【蒸気式加湿器の電子式比例制御】

◇給気露点温度（DTE) を計測し、指示調整器（HIC) の信号により電熱式蒸気加湿器を比例制御する。



# 4-3. 加湿器選定例

選定例に記載されている、加湿器型式・型番の詳細につきましては、製品一覧ならびにカタログをご参照ください。

## 4-3-1. 空気線図を使ってみる

◆加湿器の選定に入る前に、事例をひいて空気線図を使ってみます。

**■還気と外気の混合**

◇22℃、50%RHの還気（RA）8,000m³/hと0℃、60%RHの外気（OA）2,000m³/hを混合させると、どのような状態の10,000m³/hの空気になるでしょうか。

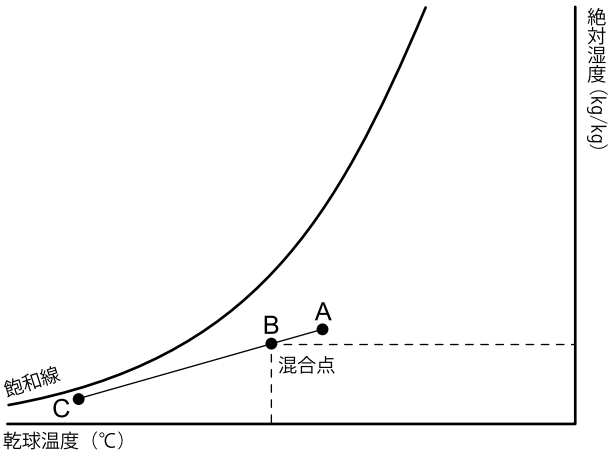
①RAの状態点をAとして空気線図にプロットします。

②OAの状態点をCとして空気線図にプロットします。

③AとCを直線で結びます。

④ 混合比は8,000：2,000＝4：1なので、直線を5等分し、風量の多いRAの状態点Aから1／5のBが混合点になります。

◇混合点の空気の状態は、次のようになります。
温　　度：17.6℃
相対湿度：56.1%RH
絶対湿度：0.007kg/kg




**■空気線図上の変化を調べる**

◇外気を全熱交換器で熱交換した後、還気（RA）と混合し、その空気をコイルで加熱した後に、滴下浸透気化式で加湿する場合の空気線図上の変化はどうなるでしょうか。

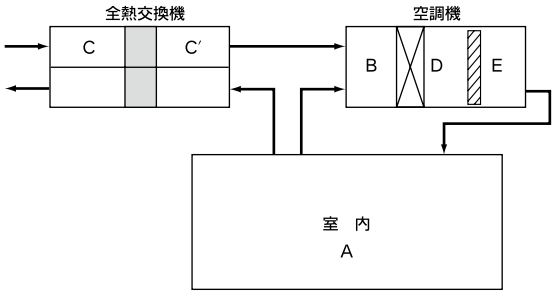
①外気Cは全熱交換器で顕熱・潜熱の熱交換を行い、C'の空気になります。

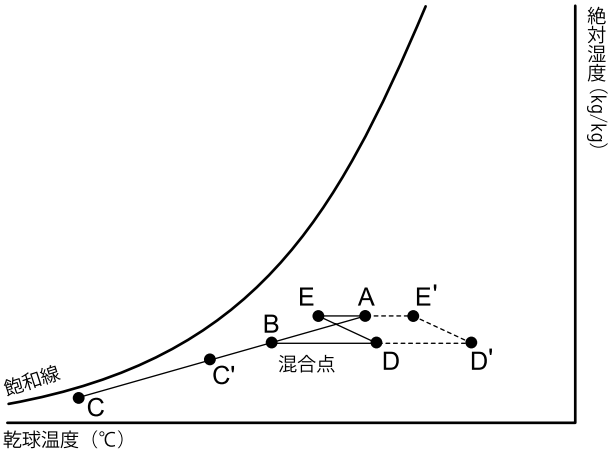
②還気Aと処理後の外気C'は混合されて、Bの空気になります。

③混合した空気Bは加熱され、絶対湿度一定の線図上を温度だけ上げて、DまたはD'の空気になります。

④DまたはD'の空気に滴下浸透気化式で加湿すると湿球温度一定（エンタルピー一定と考えても差し支えありません）の線上を絶対湿度を高めながら変化し、加湿後の送風空気EまたはE'になります。

⑤実際の室内空気の状態は、室内発生顕熱または熱損失などによりAの状態になります。

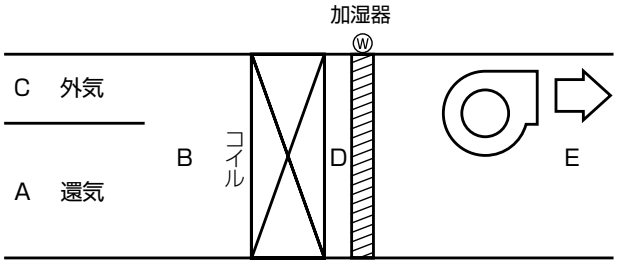


## 4-3-2. 実際の加湿器選定例【1】

**■選定条件**

| | |
|---|---|
| ◇加湿器取付対象空調機 | エアハンドリングユニット |
| ◇使用加湿器 | 滴下浸透気化式加湿器 |
| ◇室内空気（還気）温湿度 | 22℃、50%RH |
| ◇外気温湿度 | 0℃、50%RH |
| ◇空調機全風量 | 10,000$m^3$/h |
| ◇外気取入量 | 2,500$m^3$/h（25%） |
| ◇還気量 | 7,500$m^3$/h |
| ◇加湿後の空気温度 | 20℃ |




**■手順1．空気線図上の変化を調べます**

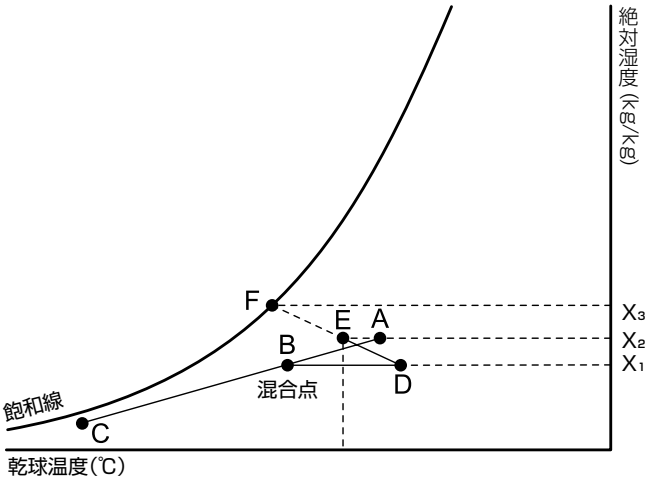
① 室内空気温湿度をA、外気温湿度をCとし、空気線図にプロットして直線で結びます。

② 混合比は7,500：2,500＝3：1ですから、線分比1／4のポイント、混合点Bをプロットします。

③ 加湿後空気の状態点として、A点からの絶対湿度一定の線と乾球湿度20℃との交点Eをプロットします。

④ 混合点から加熱されて、湿球温度一定の線上を変化し加湿されますので、加湿前空気（コイル出口）はE点からの湿球温度一定の線上と、B点からの絶対湿度一定の線との交点Dになります。

⑤ 以上が選定条件にもとづく空気線図上の変化です。




**■手順2．必要飽和効率を求めます**

⑥ 加湿前の空気の絶対湿度$X_1$と加湿後の空気の絶対湿度$X_2$、飽和点の絶対湿度$X_3$を空気線図から読みとります。

$X_1$＝0.0066（kg/kg）
$X_2$＝0.0082（kg/kg）
$X_3$＝0.0104（kg/kg）

⑦ 必要飽和効率を求めます。

必要飽和効率＝（$X_2-X_1$）／（$X_3-X_1$）×100%
＝（0.0082−0.0066）／（0.0104−0.0066）×100%
≒ 42%

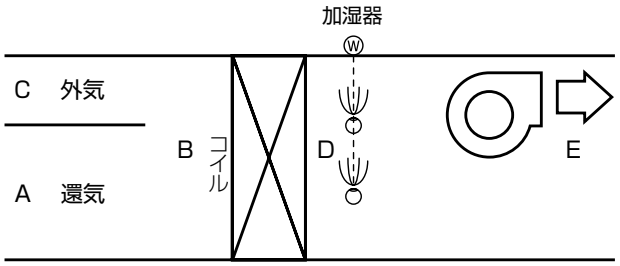
適用飽和効率が42%以上となる滴下浸透気化式加湿器を選定します。

WM-VHE50クローズ取付（適用飽和効率45%※）
または
WM-VHE65クローズ取付（適用飽和効率55%※）
（※取付面風速2.5m/s時）

## 4-3-3. 実際の加湿器選定例【2】

■選定条件

| | |
|---|---|
| ◇加湿器取付対象空調機 | エアハンドリングユニット |
| ◇使用加湿器 | 蒸気式加湿器 |
| ◇室内空気（還気）温湿度 | 22℃、50%RH |
| ◇外気温湿度 | 0℃、50%RH |
| ◇空調機全風量 | 10,000$m^3$/h |
| ◇外気取入量 | 3,000$m^3$/h（30%） |
| ◇還気量 | 7,000$m^3$/h |
| ◇コイル出口の空気温度 | 20℃ |




■手順1．空気線図上の変化を調べます

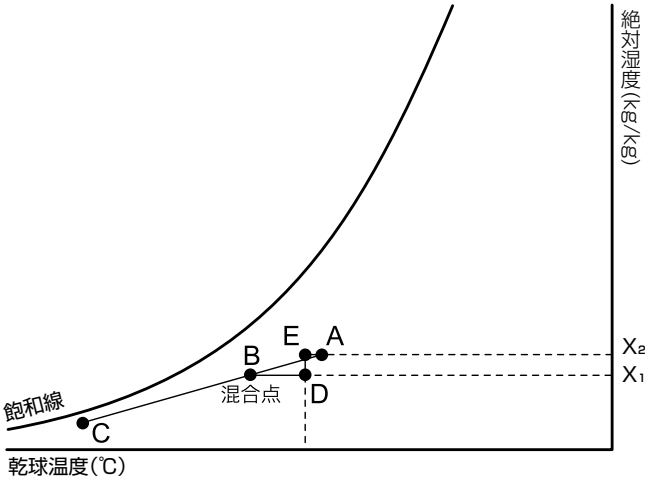
① 室内空気温湿度をA、外気温湿度をCとし、空気線図にプロットして直線で結びます。

② 混合比は7,000：3,000＝7：3ですから、線分比3／10のポイント、混合点Bをプロットします。

③ 混合点から加熱されて、絶対湿度一定の線上、20℃のポイントDをプロットします。

④ Dの空気は蒸気加湿されて、乾球温度一定の線上を変化し、A点からの絶対湿度一定の線との交点Eが加湿後の送風空気になります。

⑤ 以上が選定条件にもとづく空気線図上の変化です。




■手順2．必要加湿量（有効加湿量）を求めます

計算式　$W=SG\times V\times (X_2-X_1)\times K$

W　：必要加湿量（kg/h）
SG：空気の密度（1.2kg/$m^3$）
V　：空調機全風量（$m^3$/h）
$X_1$：加湿前の空気の絶対湿度（kg/kg）
$X_2$：加湿後の空気の絶対湿度（kg/kg）
K　：安全率（余裕を見込む）

⑥ 加湿前の空気の絶対湿度X1と加湿後の空気の絶対湿度$X_2$を空気線図から読み取ります。
$X_1$＝0.0061（kg/kg）
$X_2$＝0.0082（kg/kg）

⑦ $X_1$と$X_2$を計算式に代入してWを求めます。
W＝1.2×10,000×（0.0082−0.0061）×1.2
＝30.24≒30.2（kg/h）

⑧ 加湿前の空気の温度は高く、加湿効率100%をほぼ満たすものと判断し、諸条件から蒸気式加湿器の種類を選定します。

ご注意：概ね20℃以下の低温空気への蒸気加湿の場合は立体拡散蒸気噴霧装置（スチームブレンダー）の使用が必要です。

蒸気供給源があり、一次蒸気スプレー式とする場合は、ハイスチーマーWM-SG402（供給蒸気圧0.2MPa）またはWM-SG401（供給蒸気圧0.1MPa）を選定します（蒸気噴霧量は何れも40kg/h）。

蒸気供給源がなく、電極式蒸気加湿器とする場合は、WM-SEB35C（最大蒸気発生量35kg/h）、電熱式蒸気加湿器とする場合はWM-SJB42（蒸気発生量42.5kg/h）を選定します。

蒸気供給源があり、間接蒸気式加湿器とする場合は、WM-SHE35（蒸気発生量35kg/h）を選定します。

## 4-3-4. 実際の加湿器選定例【3】

滴下浸透気化式加湿器の選定には、型式により加湿能力線図、風量係数線図、温湿度係数線図などが必要になります。
以下の内容は参考としてご覧ください。

**■選定条件**

◇室内空調方式　天井カセットエアコンによる個別分散空調
◇使用加湿器　室内直接加湿 天埋カセット型滴下浸透気化式加湿器
◇室内空気温湿度　22℃、50%RH（絶対湿度0.0082kg）
◇外気温湿度　0℃、50%RH（絶対湿度0.0019kg）
◇室内床面積　300$m^2$
◇人員密度　0.2人/$m^2$
◇外気取入量　1,500$m^3$/h

**■手順1．必要加湿量を求めます**

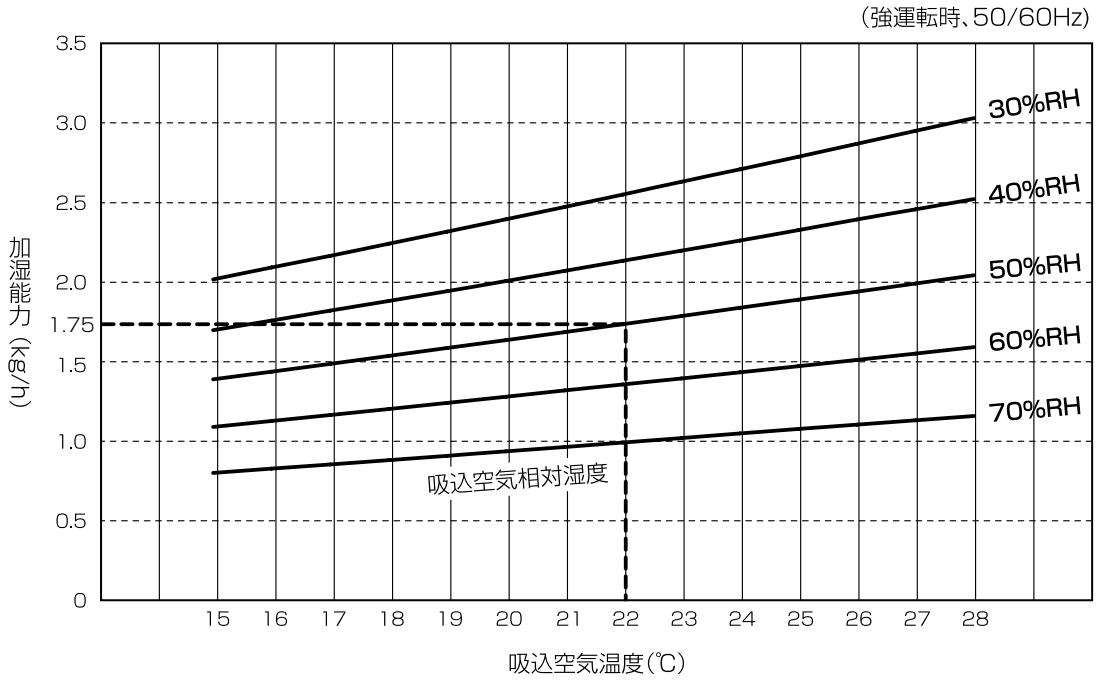
計算式　$W=SG\times V\times (X_2-X_1)\times K$
W　：必要加湿量（kg/h）
SG：空気の密度（1.2kg/$m^3$）
V　：外気取入量（$m^3$/h）
$X_1$：外気の絶対湿度（kg/kg）
$X_2$：室内空気の絶対湿度（kg/kg）
K　：安全率（余裕を見込む）

① 室内空気・外気の絶対湿度および外気取入量を計算式に代入してWを求めます。
W＝1.2×1,500×（0.0082−0.0019）×1.2
＝13.608≒13.6kg/h

② てんまい加湿器の加湿能力線図より、22℃・50%RH時の加湿能力を読みとります。
加湿能力線図より１台あたり1.75kg/h（強運転）

③ 加湿器の必要台数を求めます。
13.6／1.75=7.8<8
てんまい加湿器WM-VCJ2200×8台を選定します。

■天埋カセット型滴下浸透気化式加湿器「てんまい加湿器（WM-VCJ2200）の加湿能力線図




※標準加湿能力：吸込空気23℃・40%RH時 2.2kg/h（強運転時）

# 4-4. ウエットマスター製加湿器の水道管直接連結について

## 4-4-1. 水道給水管に直結できる器具

◆水道事業者から需要者に給水するには、配水管から分岐して設けられた給水管により給水されます。
この給水管と直結する給水用具を給水装置と言い、給水装置に使用する器具機材は、要求規定される、厚生省令第14号（平成9年10月1日施行）に適合する必要があります（加湿器もこの給水装置の器具機材の機器類に該当いたします）。

◆給水管及び給水用具が満たすべき性能要件の定量的判断基準
①耐圧に関する基準(第１条関係)
②浸出等に関する基準(第２条関係)
③水撃限界に関する基準(第３条関係)
④防食に関する基準(第４条関係)
⑤逆流防止に関する基準(第５条関係)
⑥耐寒に関する基準(第６条関係)
⑦耐久に関する基準(第７条関係)
（「厚生省令第14号」より）

◆これらの基準の適合品の証明としては以下の方法で行われています。

（1）第三者認証
◇製造業者等との契約により、中立的な第三者認証機関が製品試験、工場検査等を行い、基準に適合しているものについては基準適合品として登録して認証製品である事を示すマークの表示を認める方法がある。これは製造業者等の希望に応じて任意に行われるものであり、義務付けられるものではない。

（2）自己認証
◇政省令により、構造･材質基準が明確化、性能基準化されたことから、製造業者が基準に適合しているかどうかの判断が容易となり、製造業者が自己認証（製造業者等が自らの責任のもとで、性能基準適合品である事を証明する方法）により製品の販売を行う事ができる。（水道局 給水装置工事設計･施工指針より）

（3）規格品
◇日本工業規格、製造業者等の団体の規格、海外認証機関規格等の製品規格のうち、その性能基準項目の全部に係わる性能条件が基準省令の性能基準と同等以上であることが明確な製品。

●上記（1）～（3）の器具でなければ、給水装置の器具機材と認められず、給水管に直結することができません。
また指定給水装置事業者の給水装置工事主任技術者は、給水管と器具を直結する場合は、事前に水道事業者に申請しなければいけないことになっています。なお、申請の詳細については各自治体※にお問合せください。

※東京都の場合、「自己認証品」については「自己認証品使用報告書」に、構造および材質の基準に適合していることが確認できる試験結果等を添えて提出することが義務付けられています。

## 4-4-2. 当社の水道直結に関する概要

◆当社製加湿器の水道管への直接連結につきましては、型式により第三者認証もしくは自己認証により対応しています。
第三者認証取得品においては、認証を行う審査機関が５機関ありますが、ウエットマスターではその中の１つである一般財団法人 電気環境安全研究所(JET) にて認証を受けています（下図の給水器具認証マーク参照）。
自己認証品においては、当社の試験装置により責任を持って規定の判断基準の合否確認試験を行っています。

JET 水道法基準適合

（表－7）該当機種とその対応

| 承認区分 | 機　種 | 使用区分 | 型　式 |
|---|---|---|---|
| 第三者認証 | 滴下浸透<br>気化式加湿器 | 室内直接加湿型 | VCJタイプ |
| 自己認証 | 滴下浸透<br>気化式加湿器 | 室内直接加湿型 | VTCタイプ |
| | | | VFBタイプ |
| | | 空調機器組込型 | VHEタイプ |
| | | | VPAタイプ |
| | | ダクト接続型 | VSBタイプ<br>VDCタイプ |
| | 電極式<br>蒸気加湿器 | 空調機器組込型 | SEBタイプ<br>（一部） |

## 4-4-3. 適合品の確認方法

◆基準の適合品である確認方法は、第三者認証、自己認証と違いがあります。以下の方法でご確認ください。

＜第三者認証品＞
①製品に表示された認証マーク（シール）等により確認。
②認証機関のホームページにて認証番号が公開されているので認証機関のホームページにて確認。
③製造メーカーへ認証品であることが分かる資料を依頼。

＜自己認証品＞
製造メーカーへ認証品であることが分かる資料を依頼。
依頼により、製造メーカーは構造や材質基準への適合性を試験した結果の証明と、試験を行った製品と販売する製品が同一のものかを証明するための適合証明書を発行します。

# 5．加湿器と水処理および取扱について

## 5-1．加湿器と水処理

### 5-1-1．水処理の必要性

◆加湿に用いる水の水質については、建築物衛生法および事務所衛生基準規則により「水道法に規定する水質基準に準ずるもの」とされており、水道水が使用されます。

◆残留塩素に関しては、水質基準 51 項目の中にはありませんが、別途、末端給水栓で遊離残留塩素濃度 0.1mg/ℓ を保持することが水道法および建築物衛生法で規定されています。

◆水道は、地方自治体のもとに水道事業体を設置し、一定の水質基準を満たす水が供給され、そのまま飲料水として利用します。

◆飲料水ですから、人体に無害な清浄な水といえますが、加湿器にとってはさまざまな障害の原因になります。

◆障害の原因となるのは、水の中に溶け込んでいる溶解成分であり、加湿器を使用するうえで注意し、水処理についても理解が必要です。

◆水が含む溶解成分は、カルシウム、マグネシウムの硬度成分、シリカや炭酸塩、鉄分などです。

◆蒸気式加湿器は、加湿蒸気の発生により、水槽（タンク）内の水の硬度成分は徐々に濃縮されてきます。硬度成分の濃縮を緩和するために自動ブロー機能を備えていますが、運転時間の経過に伴って、ヒータや水槽（タンク）には硬質スケールが付着します。硬質スケールは、ヒータの熱伝導性を悪くし、加湿能力を低下させたり誤動作や過熱の原因になることもあります。

◆超音波式加湿器は、水を物理的に微細化しますから、水の中の溶解成分は霧化した霧とともに空気中に放出され、水分蒸発後は浮遊粉塵（白い粉）となります。粉塵は OA 機器のディスプレイに付着したり、精密機器の機能障害の原因になることもあります。

◆加湿器のトラブル原因の第一は、保守作業の不備と水質によると言っても過言ではありません。水質に起因する頻繁な保守作業や機器としての寿命低下は、事後のコスト上昇を招くばかりでなく、顧客の信頼も失いかねません。

◆水処理を行うにもコストはかかりますが、加湿器の種類や用途に応じて、適切な水処理を必要とすることがおわかりいただけると思います。

（表－8）水道水の水質基準（基準項目の一部）

| 項　目 | | 水道法／日本 | WHO |
|---|---|---|---|
| 塩素イオン | (mg/ℓ) | 200以下 | 250 |
| 鉄 | (mg/ℓ) | 0.3以下 | 0.3 |
| 硬　度 | (mg/ℓ) | 300以下 | 500 |
| ナトリウム | (mg/ℓ) | 200以下 | 200 |
| 蒸発残留物 | (mg/ℓ) | 500以下 | 1,000 |
| 色　度 | (度) | 5以下 | 15 |
| 濁　度 | (度) | 2以下 | 5 |
| ｐＨ | | 5.8以上8.6以下 | 6.5～8.5 |

◆日本の水道法では、水質基準 51 項目、水質管理目標設定項目 27 項目、要検討項目 40 項目が定められています。

◆一般細菌は 1mg の検水で形成される集落数が 100 以下であること。大腸菌は検出されないこととされている。

◇上の写真は、間接蒸気式加湿器への給水に、水道水（市水）と軟水を使用し、1,000 時間運転した後の結果です。

◇写真左側の水道水（市水）を使用した加熱コイルには、上部と下部にスケールの付着がみられます。
また、器状のスケールキャッチャー（旧 SHA タイプに使用）には、多量のスケールが付着しているのがわかります。

◇同一の条件で運転しています。
水道水（市水）の全硬度：48mg$CaCO_3$/ℓ
軟水の全硬度　　：　0mg$CaCO_3$/ℓ

## 5-1-2. 水処理の効果

【加湿能力の維持、加湿器の保護と寿命の延長】

◇加湿器の水槽（タンク）や部品に付着する硬質スケールはたいへん固く、加湿能力や水位制御に影響を与えることがあります。また、無理に取り除こうとすると、部品の破損をもまねきかねません。

◇軟水装置は水の中の硬度成分を、純水装置はイオン化物質を除去します。スケールの付着が少ないことは、加湿能力の維持および加湿器の保護と寿命延長につながります。

【保守作業の手間を大幅に削減】

◇スケールの付着量は水の硬度に比例します。蒸気式加湿器（電極式を除く）の給水に軟水を使用すれば硬質スケールの付着を抑え、さらに軟質スケールの多くは加湿器の自動ブロー機能により器外に排出されます。スケールの付着が少ないことは、保守作業の手間を大幅に削減します。

【加湿の清浄度が向上】

◇超音波式加湿器への給水に純水を使用すれば、粉塵の発生や水槽内の汚れを抑えられます。

## 5-1-3. 用途の異なる軟水装置と純水装置

【蒸気式加湿器に軟水装置】

◇陽イオン交換樹脂（Na形）を充填した装置に通水するもので、樹脂は硬度を生ずる陽イオン（カルシウムイオン・マグネシウムイオン）を吸着して、そのかわりにナトリウムイオンを放出します。蒸気式加湿器（電極式を除く）に軟水を使用すれば、硬質スケールの付着防止に高い効果があります。

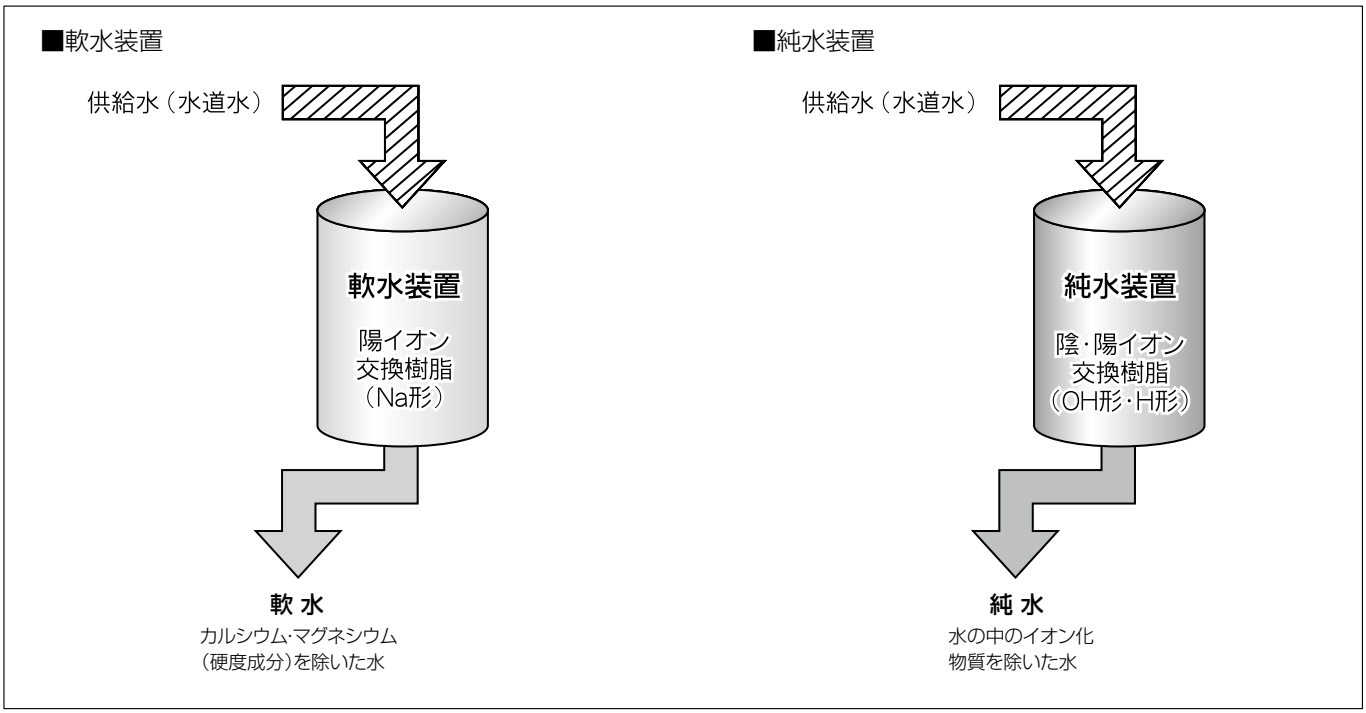
◇ただし、溶解しているイオンは置換されるだけで量は変わりませんから、超音波式のような水分蒸発後の粉塵が問題となる加湿器には効果はありません。

【超音波式加湿器に純水装置】

◇陰イオン（OH形）・陽イオン（H形）交換樹脂を充填した装置に通水するもので、樹脂はイオン化して溶解している物質を吸着し、水酸イオンと水素イオンを放出します。放出された水酸イオンと水素イオンは結びついて水になります。

◇純水装置で得られる水は純粋な水に近く、超音波式の粉塵発生防止には高い効果があります。また病院空調や医薬品工場、電子部品工場など純水供給設備を有する施設では、蒸気式加湿器に純水を使用する例もみられます。

（図－18）軟水装置と純水装置



## 5-1-4. 加湿器への軟水装置・純水装置の適合

◆加湿器に水処理装置を使用すると、設置費用のほかイオン交換樹脂の交換費などのコストが発生します。
また、給水有効利用率※の低い加湿器では、コストをかけて処理した水を、ドレンとして排水する量が多くなります。

◆加湿器と水処理装置を併用するか否かは、加湿器の仕様、求められる室内空気環境、メンテナンスの管理体制などを配慮して決める必要があります。

※ 給水有効利用率＝ 有効加湿量 / 給水量

《「適合する水処理装置」の欄にある（ ）は、ウエットマスター製水処理装置の型式です》

| 加湿方式 | 加湿器機種 | 加湿器型式 | 給水有効利用率 | 適合する水処理装置 | 加湿器に適合する水質・水処理装置選定上の留意点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 気化式加湿器 | 滴下浸透気化式 | VCJ<br>VTC<br>VFB<br>VHE<br>VPA<br>VSB<br>VDC | 30～70% | 基本的に不要 | ●水道水をご使用ください。<br>●原理的に加湿モジュール(蒸発部）で水分のみ気化蒸発するため、水処理は不要です。<br>●加湿モジュールには、蒸発量(加湿能力）プラスアルファの余剰給水を行い、汚れをドレン水とともに流す自己洗浄効果をもたせています。<br>●水道水に含まれる残留塩素は衛生対策の一助になります。<br>●軟質のスケールが析出し、飛散することがありますので、軟水は使用できません。 |
| 蒸気式加湿器 | 電極式 | SEB | 75～90% | 使用不可 | ●水道水をご使用ください。<br>●蒸気発生の原理上、軟水を使用するとフォーミング（泡だち）が発生しやすく、また純水では加湿器としての機能を果たしません。 |
| | 電熱式 | SJB | 75～95% | 軟水器<br>(WSCタイプ) | ●軟水をご使用ください。蒸気発生部の硬質スケールの付着を抑え、ヒータを保護します。<br>●純水を使用の場合は一次純水(導電率0.1～1.0mS/m)になります。 |
| | 間接蒸気式 | SHE | 75～90% | 軟水器<br>(WSCタイプ) | ●軟水をご使用ください。蒸気発生部の硬質スケールの付着を抑え、メンテナンスは大幅に削減できます。 |
| | | | | 純水器<br>(－) | ●標準仕様で一次純水（導電率0.1～1.0mS/m）に対応。<br>●純水（導電率0.01～0.1mS/m）を使用する場合は純水仕様をご使用ください。 |
| | 立体拡散蒸気噴霧装置 | SBA | 該当せず | 該当せず | ●ボイラなどからの供給蒸気（一次蒸気）、蒸気式加湿器からの供給蒸気を噴霧する装置ですから、水処理装置の使用は該当しません。 |
| | ハイスチーマー | SG | | | |
| 水噴霧式加湿器 | 超音波式 | ENA | 80～100% | 純水器<br>(EXNタイプ) | ●水道水でご使用いただけますが、オフィスビルなどの空調で水分蒸発後の粉じんを防止する必要がある場合には、純水をご使用ください。<br>●軟水を使用しても粉じん防止には効果はありません。 |
| | | BNB | | 純水器<br>(EXNタイプ) | ●水道水でご使用いただけますが、粉じんを防止する必要のある場合には、純水をご使用ください。<br>●低温貯蔵庫などの加湿では、一般的に純水を使用することはありませんが、粉じんが問題になる場合は純水をご使用ください。 |
| | | KNC<br>SCA | | 基本的に不要 | ●水道水をご使用ください。<br>●主としてきのこ栽培用、青果ショーケース用として使用する加湿器であり、一般的に水処理装置を使用することはありません。 |
| | 高圧スプレー式 | SVN<br>SVK | 30～50% | 基本的に不要 | ●水道水をご使用ください。<br>●噴霧する水の粒子径は比較的粗いため、未蒸発分は濃縮して排水されます。一般的に水処理装置を使用することはありません。 |

# 5-2. 加湿器の取扱について（衛生的にご使用いただくために）

## 5-2-1. 建築物環境衛生維持管理要領について

◆建築物環境衛生維持管理要領の改訂について

・「建築物における衛生的環境の確保に関する法律 ( 以下、建築物衛生法とする )」の規制対象となる特定建築物については、環境衛生上良好な状態を維持するのに必要な基準 ( 建築物環境衛生管理基準 ) に従って維持管理することが義務づけられています。建築物環境衛生管理基準は、2002 年の建築物衛生法政省令 (2003 年 4 月施行 ) で大幅に改正されました ( 加湿装置の記述は本書 32 ページ、44 ページに記載 )。

・その後 2008 年に「建築物環境衛生維持管理要領 ( 以下、維持管理要領とする )」を改正し、同時に「建築物における維持管理マニュアル」が取りまとめられました ( 厚生労働省のホームページに掲載されています )。

◆維持管理要領より「空気調和設備等の運転操作」について

・空気調和設備等 ( 空気調和設備または機械換気設備をいう ) の運転操作については、気象条件、各居室の使用状況、過去における空気環境の測定結果等を勘案し、次の点に留意するよう示されています。

(1) 建築物環境衛生管理基準に規定する温度 (17℃以上 28℃以下 ) の範囲内で適切な温度を設定し、過冷房、過暖房が生じないよう十分配慮すること。

(2) 建築物環境衛生管理基準に規定する相対湿度 (40%以上 70%以下 ) の範囲内で適切な相対湿度を設定するとともに、冬期における低湿度が生じないよう加湿装置を適切に運転管理すること。

(3) 居室内における温度、相対湿度、気流の空間分布を建築物環境衛生管理基準の範囲に保つよう十分配慮すること。

(4) 居室内の空気が建築物環境衛生管理基準に規定する二酸化炭素の含有率 (100 万分の 1000 以下 ) に保たれるよう、換気に十分配慮すること。個別方式の空気調和設備にあっては、換気装置等 ( 全熱交換器を含む。) の停止による外気量不足を生じないよう、利用者へ正しい使用方法を周知すること。

◆維持管理要領より「加湿装置の維持管理」について

・なお、改正後の維持管理要領では、中央管理方式以外の空気調和設備を含めた加湿装置の維持管理方法が示されており、加湿装置の点検、清掃については次の要領が示されています。

(1) スプレーノズルの閉そくの状況を点検し、必要に応じ、清掃、部品の取替えを行うこと。

(2) エリミネータにあっては、さびや損傷の有無を点検し、必要に応じ、洗浄、部品の取替えを行うこと。

(3) 噴霧状態を点検し、適正な水圧、蒸気圧を維持するようポンプ類を調節すること。

(4) 水系路または蒸気路の蒸発残留物の堆積の状況を点検し、必要に応じ、清掃すること。

(5) 排水受け等については、必要に応じて清掃し、清潔に保つとともに、ドレン水の流出が妨げられないようにすること。

(6) 加湿水の補給水槽がある場合には、定期的に清掃すること。

(7) 気化式加湿器については、加湿材の汚れ及び加湿能力を点検し、必要に応じて洗浄又は交換を行うこと。

(8) 超音波式加湿器については、振動子を清掃し、貯留水を清潔に保つこと。

**■「建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則」の「加湿装置」の項目を抜粋**

「建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則」（略称：建築物衛生法、2003年4月施行）では、加湿装置は使用開始時および使用期間中の1ヵ月以内ごとに1回の定期点検（必要に応じて清掃）、排水受け（ドレン受け等）を備えるものは同じく1ヵ月以内ごとに1回の定期点検（必要に応じて清掃）、1年に1回の定期的な清掃を求めています。準拠した対応をお願いします。

## 5-2-2. 取扱説明書に記載の運転管理 保守作業は必ず実施する

◆加湿器にとって、給水の水質は能力、機能、保守作業、寿命に至るまで大きく影響します。「5-1. 加湿器と水処理」の水処理の項でも触れたように、トラブルの原因の第一は保守作業の不備と水質にあると言っても過言ではありません。

◆加湿器の能力・機能を維持するためには、加湿方式や機種に応じた保守作業が欠かせません。そして経時的な部品交換を除いて、その作業の多くは水質による汚れに起因するものといえます。加湿器の清掃や給水ストレーナの掃除など基本的な事柄はもちろんのこと、取扱説明書に記載の保守作業は必ず実施しなければなりません。

◆水のある所、水を利用する設備は微生物による汚染を受ける危険性があります（後述の「5-4. レジオネラ症と加湿器」を参照）。加湿器が管理上の不備から有害な微生物の温床になると仮定すると、空調領域全体を汚染することになるかもしれません。

◆加湿器は、快適な空気環境をつくるための一助になるものです。汚染源になってしまっては何にもなりません。適切な取扱をすれば衛生的に使用することができます。この点からも、取扱説明書に記載の運転管理・保守作業は必ず実施しなければなりません。

## 5-2-3. 加湿器用給水配管の フラッシングを必ず実施する

◆フラッシングとは、ここでは「配管に多量の水を流して排水し、洗浄する」という意味です。

◆加湿器用給水配管は、シーズンオフ（暖房期外）には通水されないことが多いため、水は貯留したままになります。配管材に鋼管を使用している場合は腐食により錆が発生します。また、貯留している水の残留塩素は消滅し、微生物による汚染の危険性があります（40 頁参照）。

◆シーズンイン（暖房期）や長期運転休止後の運転開始前には必ずフラッシングを実施し、汚れた水を除去し、管内を洗浄する必要があります。

## 5-2-4. 加湿器には清浄な水を給水する

◆加湿に用いる水の水質については、建築物衛生法および事務所衛生基準規則により「水道水質基準を満たす水を用いること」とされており、水道水を使用します。

◆加湿器への給水の水質については、「5-1. 加湿器と水処理」で説明しました。注意したいのは、加湿器に汚れた水を給水しないことです。硬度成分や鉄分など、蒸発残留物の多い水を給水すると、これに比例して水槽（タンク）は汚れます。

◆井戸水を自家処理して使用する例が見られますが、この場合も水道水質基準を満たすことが必要です。

## 5-2-5. 衛生管理の大切な病院空調には 選定に注意を要する

◆病院で病気に感染することを「院内感染」といいます。病院などの空調は、各室内に対して網の目のように送風することがあるわけですから、空調そのものが感染症など院内感染の経路となる危険性があります。

◆従って、医療ゾーンは特に衛生的であることが求められます。なかでも空気経路となる空調機内およびダクト系内に水を貯留することは、微生物による危険性排除の観点から避けなければなりません。

◆蒸気式加湿器は、高温の供給蒸気を噴霧するか、加湿器により水を高温に加熱して蒸気を発生させますから、微生物の汚染に対しては安全といえます。注意すべき点としては、低温加湿や蒸発吸収距離がとれない場合の結露や凝縮、ボイラから供給される蒸気が汚れているときなどです。

◆気化式・水噴霧式加湿器は、これまで病院内の清潔区域でのご使用は控えていただくようお願いしておりましたが、実際には採用される事例が多いこと、採用したい旨のお問い合せが増加していることから、あらためて使用上の注意事項をまとめました。後述の「5-3. 病院空調と加湿器」をご参照ください。

## 5-2-6. 気化式加湿器の注意点

【加湿モジュールの洗浄の必要性】

◇空調機内に組込使用される加湿器は目につかないこともあり、保守点検がなされず放置される例も多く見られます。
また、公的機関による調査によれば、空調設備管理従事者が必ずしも空調設備に関する知見が十分ではないとの報告もあります。

◇滴下浸透気化式加湿器は、水の気化蒸発部である加湿モジュールはエアフィルタと同様の性質をもつため、時間の経過とともに空気中の塵埃や給水中のスケール成分が付着し、徐々に汚れてきます。この汚れは水を流すだけでは落としきれず、取り外して洗浄が必要になります。また、加湿器を清潔な状態に保つことは、加湿能力を維持するばかりではなく、室内空気の衛生管理のためにも重要な役割となります。

【加湿モジュールの洗浄方法は目的と効果による３種類】

◇加湿モジュールの洗浄頻度は、給水の水質や流通空気の条件、運転条件によって異なりますが、当社では最低年１回 ( シーズンイン時 ) の実施をお願いしています。また、洗浄の目的と得られる効果により３種類の洗浄方法があります。

◇洗浄方法は加湿モジュールの汚れの状態に応じて選択しますが、お客様にて実施される方法は（表－９）の№１、酸素系漂白剤による方法です。スケールの付着が多い場合や臭気が発生している場合は、専用薬剤の使用が必要なため、お問合せいただくようにお勧めします。

【加湿モジュールは強制乾燥させる】

◇滴下浸透気化式加湿器の内、ファンを内蔵する VCJ（てんまい加湿器）、VTC、VFB の３タイプは、アフターラン機能を備えています。

◇この機能は、「加湿器の運転休止中に含水状態の加湿モジュールが長時間放置されることを防ぐ」もので、衛生対策の一つです。この機能が働くと、加湿モジュールには給水せずに一定時間の送風運転を行い、加湿モジュールを強制乾燥させます。

◇ VHE タイプなど空調機器組込の各タイプについても、衛生的に使用するためには強制乾燥が必要です。加湿器給水停止時の送風による強制乾燥は是非実施したいものです。

**■参考：国土交通省大臣官房官庁営繕部監修の**
**機械設備工事共通仕様書より**

**「水気化式加湿器」の項目を抜粋**

「水気化式は滴下式とし、エレメント、定流量装置、電磁弁、ストレーナー、給水ヘッダーを組み込み、ケーシングはステンレス鋼板（SUS304）とする。エレメントは、飽和効率を維持するために、加湿能力に相当する給水量と余剰給水量を利用した自浄機能を有するものとし、材質は難燃性又は不燃性とし、取り外して洗浄できるものとする。」

※エレメントとは当社の加湿モジュールを意味します。

（表－９）３種類の加湿モジュール洗浄方法

| № | 洗浄方法<br>（どのような場合に適用するか） | お客様による実施 | 主な目的および効果<br>◎：大きな効果あり　○：効果あり　△：あまり効果がない | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ほこりの除去 | スケールの除去 | 制菌効果 |
| 1. | 酸素系漂白剤による洗浄<br>（最低年１回の定期的な洗浄に適用） | 洗浄可能 | ○ | △ | ○ |
| 2. | スケール除去剤による洗浄<br>（スケールの固着が多い場合に適用） | 専用薬剤の使用により可能 | ○ | ◎ | ○ |
| 3. | 過酸化水素水による洗浄<br>（臭気が発生している場合に適用） | 当社による洗浄 | ○ | △ | ◎ |

## 5-2-7. 蒸気式加湿器の注意点

◆蒸気式加湿器を蒸気源の面から分類すると、（図－ 19）のように、３種類になります。このうち、電力利用型蒸気発生器は、加湿器自体で蒸気を発生させるため、清浄な加湿蒸気が得られます。

◆一次蒸気スプレー式は、ボイラなどから供給される蒸気（一次蒸気）をそのまま加湿蒸気として噴霧するため、その清浄度は蒸気質の影響を受けます。特に、ボイラの水質管理用あるいは配管系の防食用として薬剤を使用する場合は、薬剤の成分が加湿蒸気に移行する危険性があり、注意を必要とします。

◆二次蒸気スプレー式は、供給される蒸気（一次蒸気）は単に熱源として利用するだけですから、清浄な加湿蒸気が得られます。ただし、供給蒸気配管中の汚れは加湿器ストレーナの目詰まりなどの原因になりますので、注意を必要とします。

【水処理薬剤の加湿蒸気への移行に注意する】

◇ボイラは、ごく小容量のものを除いて、スケール対策や腐食対策用として水処理剤（清缶剤）を使用します。また、蒸気配管系では、主として還水配管系（復水ともいう）の腐食対策用として防食剤を使用します。

◇これら薬剤のうち、安全性を認められているものもありますが、中には人体に有害な成分を含むものもあります。

◇有害なものとして、脱酸素剤として使用するヒドラジンや防食剤として使用する揮発性アミン類があり、効果の高いことから未だに使用されているといわれています。

◇薬剤の使用は、蒸気を放出しない閉鎖系のシステムであれば問題ありませんが、加湿のようにボイラから供給される蒸気をそのまま空気に噴霧する場合は、加湿蒸気への移行に注意が必要です。

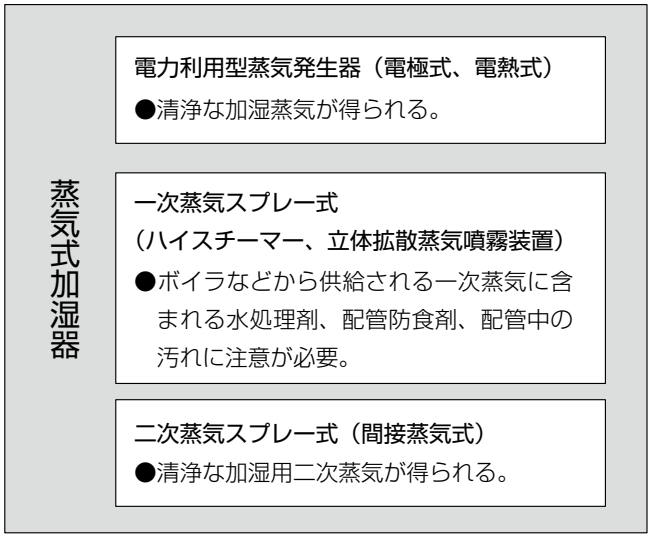
◇また、前述のヒドラジンや揮発性アミン類は、揮発によりアンモニア臭や魚臭を発生させるため、濃度が高ければ、臭気を感じることもあります。

【蒸気配管の中の汚れに注意する】

◇蒸気配管は鋼管が使用され、一般的に往管（供給蒸気配管）の腐食は少なく、還水管（復水管）に腐食が多いといわれます。還水管の腐食は炭酸腐食とよばれるもので、水に溶解している炭酸ガスが原因して凝縮水は酸性となり、短期間に大きな腐食に進行することがあります（この防止のために配管防食剤を使用します）。

◇加湿用蒸気の供給配管は、往管であるため腐食は少ないはずですが、蒸気が通るのは暖房期に限られることが多く、配管方法や保守作業が不適切であると、凝縮水の影響により還水配管同様の腐食を起こすことがあります。

（図－ 19）蒸気式加湿器の分類と加湿の清浄度




◇加湿蒸気の配管が腐食すると、腐食生成物である錆やスラッジが加湿蒸気に移行することがあり注意が必要です。

◇また、二次蒸気スプレー式の間接蒸気式加湿器では、熱交換用の一次蒸気に錆やスラッジが混入することがあり、加湿器の蒸気用ストレーナや配管の詰まり、汚れの原因になります。

◇以上のことから、ボイラなどから供給される蒸気（一次蒸気）をそのまま加湿用として噴霧する一次蒸気スプレー式、またボイラなどから供給される蒸気（一次蒸気）を熱源として利用する二次蒸気スプレー式では、加湿器に蒸気配管中の汚れが混入しないように注意が必要です。

◇加湿器への配管汚れの混入を防止するためには、現場の蒸気配管は（図－ 20）を参考にして施工されることをおすすめします。

◇（図－20）は間接蒸気式を例にしていますが、供給蒸気配管については、他の一次蒸気スプレー式、二次蒸気スプレー式の加湿器についても適用させることができます。

## 5-2-8. 水噴霧式加湿器の注意点

◆水噴霧式加湿器で注意しなければならないのは、水の貯留部を有し、しかも加熱することのない超音波式です。

◆日本では、家庭用の超音波式加湿器が微生物に汚染されるとして問題になったことがあります。家庭用の超音波式は、給水が付属タンクによる貯水方式であり、タンク内の水の長時間にわたる貯留、水温の上昇、掃除の不徹底などにより、タンク内や水槽内に細菌類が増殖し、これが超音波噴霧により室内空気に移行し、感染症の原因になるというものです。

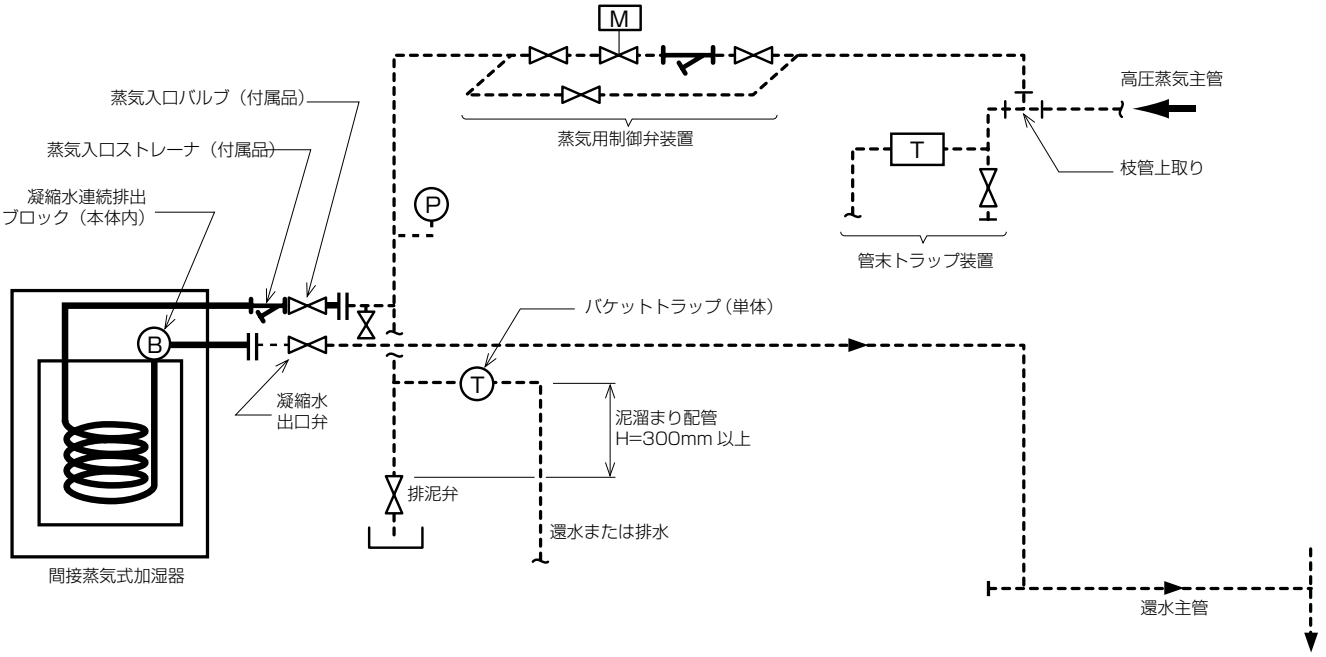
◆業務用の超音波式加湿器は、給水配管からの自動給水により水槽内の水の入れ替えは頻繁であり、問題はないと判断しています。また、公的試験機関による衛生検査も実施しています。注意すべき点としては、運転休止中の水槽です。水槽内に水を貯留したまま放置すると、家庭用の超音波式と同じ条件になるからです。

◆以上のことから、超音波式については、長時間にわたって運転を休止する場合は水槽内の水を抜いておくこと、また、水槽を常に清潔な状態に保つように、定期的な掃除を実施することです。

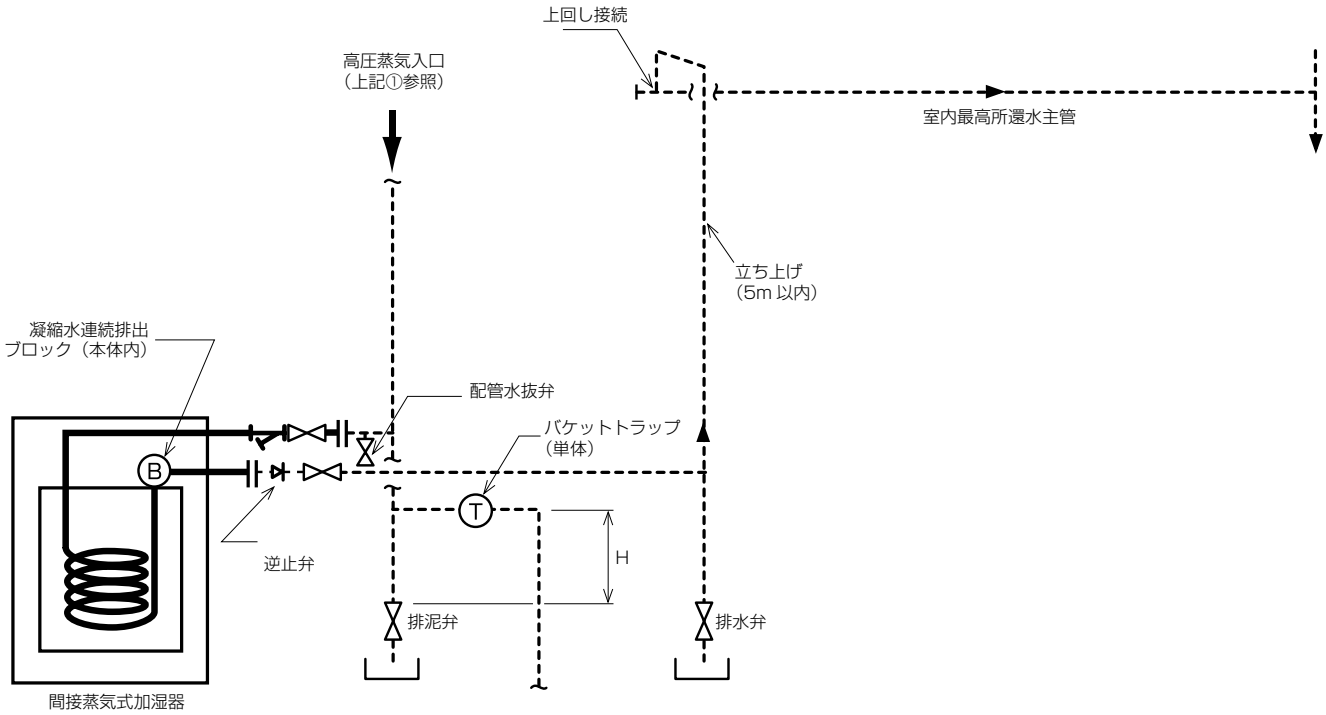
（図－20）蒸気配管の配管例

●この図は間接蒸気式加湿器を例にしていますが、供給蒸気配管については、他の一次蒸気スプレー式、二次蒸気スプレー式の加湿器についても準じて適用させることができます。

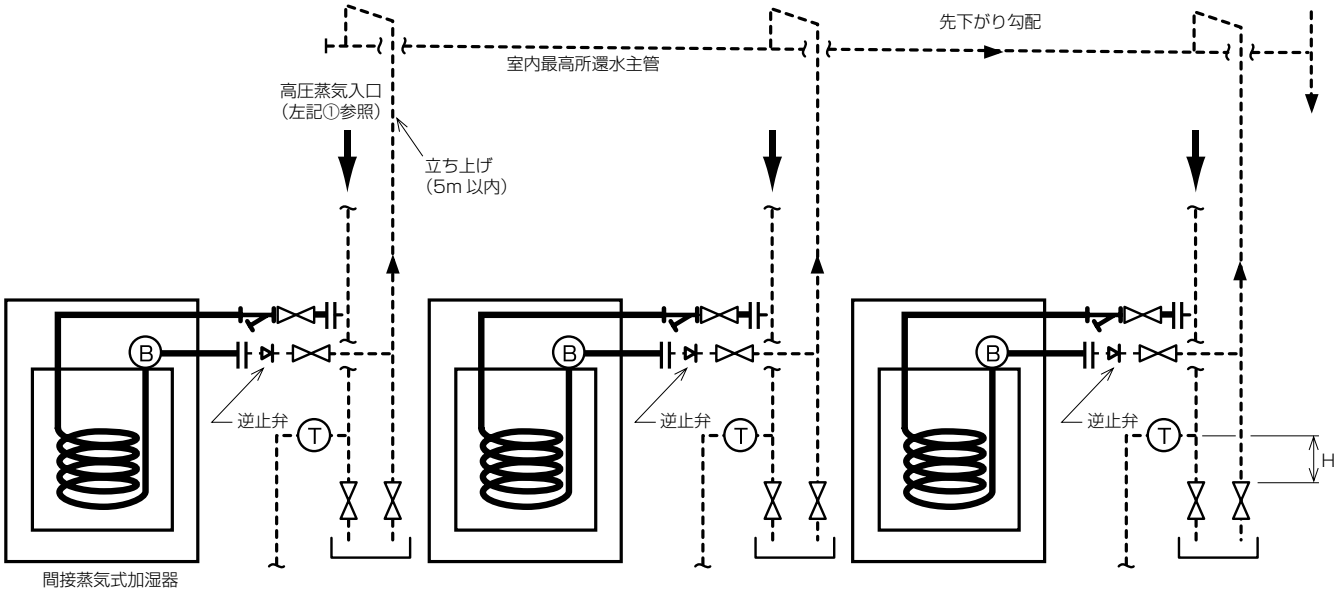
①下向給気・低所還水の場合の配管法




②下向給気・高所還水（単独）の場合の配管法

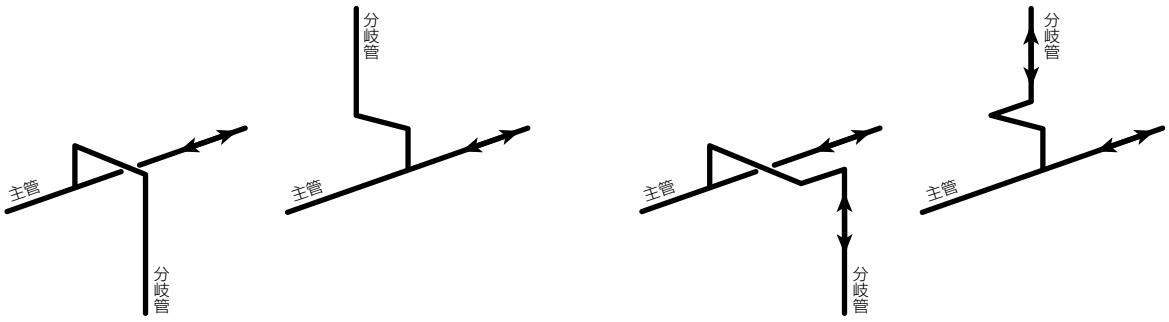


③下向給気・高所還水（複数台）の場合の配管法




※配管水抜弁は①、②に準じて設けてください。

参考：分岐管の一例　分岐管の伸縮に対する考慮




分岐管側の伸縮が無視できる場合

分岐管側の伸縮も考慮する場合

# 5-3. 病院空調と加湿器

## 5-3-1.病院設備設計のガイドライン

◆病院設備設計に関するガイドラインである日本医療福祉設備協会の「病院空調設備の設計･管理指針 (HEAS-02-2004)」は、2013 年に改定され、新たに「病院設備設計ガイドライン ( 空調設備編･HEAS-02-2013)」として発行されました。

◆ガイドラインの目的は病院感染を防止し、医療に応じた最適な医療環境・衛生環境を維持し、地球環境の保護を前提とした省エネルギーを実施し、適切な災害対策を行い、さらに施設利用者の快適性を確保することとされています。また、医療法による病院を対象にしています。

◆ガイドラインは設備機器の選定・施工・取扱・保守に言及し、加湿方式は「加湿器は蒸気式もしくは気化式が望ましい」とされました。さらに、新たに気化式加湿器の取扱・保守に関する注意点が加えられています。下記の加湿器に関する記述を参照してください。

**■病院設備設計ガイドラインにおける加湿器の記述 (HEAS-02-2013 より抜粋)**

加湿器の加湿方式は、病院感染防止・加湿効率・制御性などの観点から決定しなければならない。

(1) 医療用途部分ではエアワッシャ、またはこれに類する水循環噴霧式および超音波式は、水中微生物の繁殖が甚だしいので、使用してはならない。

(2) 清浄度Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの系統では、水スプレー式およびパン型を用いることは望ましくない。

(3) 加湿器は蒸気式もしくは気化式が望ましい。

(4) 蒸気中に有害なボイラ水処理剤などが含まれる場合は、蒸気―蒸気熱交換器を用いるなど、蒸気の質にも配慮することが望ましい。

(5) 蒸気スプレー式では、配管のドレンを事前に充分排出し、乾き蒸気として加湿できる構造が望ましい。

(6) 蒸気・水スプレー式の場合、水処理剤などの固形物で吹出し空気が汚染されるので、清浄度クラスⅠ・Ⅱおよび Ⅲの系統では加湿器の下流側に最終フィルタを設けることが望ましい。

(7) 気化式では、空調機を停止させる前に加湿給水を止めて、加湿エレメントを乾かすなど、衛生面の配慮が必要である。また、加湿が必要ない期間は、加湿エレメントを取り外しておくことが望ましい。

(表−10)病院施設内の各室(区域)の用途に適合する空気清浄度「病院設備設計ガイドライン(空調設備編･HEAS-02-2013)」より抜粋

| 清浄度クラス | 名　称 | 摘　要 | 該当室（代表例） | 最小風量のめやす(回／h) | | 給気最終フィルタの効率 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 外気量 | 室内循環風量 | |
| Ⅰ | 高度清潔区域 | 層流方式による高度な清浄度が要求される区域 | バイオクリーン手術室 | 5 | − | PAO計数法 99.97% |
| | | | 易感染患者用病室 | 2 | 15 | |
| Ⅱ | 清潔区域 | 必ずしも層流方式でなくてもよいが、Ⅰに次いで高度な清浄度が要求される区域 | 一般手術室 | 3 | 15 | 高性能フィルタJIS 比色法98%以上 (ASHRAE比色法 90%以上) |
| Ⅲ | 準清潔区域 | Ⅱよりもやや清浄度を下げてもよいが、一般区域よりも高度な清浄度が要求される区域 | 未熟児室 | 3 | 10 | 高性能フィルタJIS 比色法95%以上 (ASHRAE比色法 80%以上) |
| | | | 膀胱鏡・血管造影室 | 3 | 15 | |
| | | | 手術手洗いコーナー | 2 | 6 | |
| | | | NICU・ICU・CCU | 2 | 6 | |
| | | | 分娩室 | 2 | 6 | |
| Ⅳ | 一般清潔区域 | 原則として開創状態でない患者が在室する一般的な区域 | 一般病室、新生児室、人工透析室、診察室、救急外来（処置・診察）、待合室、X線撮影室、内視鏡室（消化器）、理学療法室、一般検査室、材料部、手術周辺区域（回復室）、調剤室、製剤室 | 2 | 6 | 中性能フィルタJIS 比色法90%以上 (ASHRAE比色法 60%以上) |
| Ⅴ | 汚染管理区域 | 有害物質を扱ったり、感染性物質が発生する室で、室外への漏出防止のため、陰圧を維持する区域 | RI管理区域諸室 | 全排気 | 6 | 中性能フィルタJIS 比色法90%以上 (ASHRAE比色法 60%以上) |
| | | | 細菌検査室・病理検査室 | 2 | 6 | |
| | | | 隔離診察室 | 2 | 12 | |
| | | | 感染症用隔離病室 | 2 | 12 | |
| | | | 内視鏡室（気管支） | 2 | 12 | |
| | | | 解剖室 | 全排気 | 12 | |
| | 拡散防止区域 | 不快な臭気や粉塵などが発生する室で、室外への拡散を防止するため陰圧を維持する区域 | 患者用便所、使用済みリネン室、汚物処理室、霊安室 | 特に規定しない 施設の状況による | 10 排気量を示す | 特に規定しない、各施設の状況により決定する |

## 5-3-2. 病院空調に滴下浸透気化式加湿器を使用する場合の注意点

【滴下浸透気化式加湿器使用上のご注意】

◆使用の可否

・清浄度クラスⅠ～Ⅲの区域(表－10)では蒸気式加湿の採用を推奨します。

・清浄度クラスⅣとⅤの区域（表－10）では滴下浸透気化式加湿器をご使用いただけます。
ただし、使用上・取扱上の注意を順守してください。

◆使用上・取扱上の注意

①滴下浸透気化式加湿器を構成する加湿モジュールの洗浄、ドレンパンの清掃など、法令および当社指定の点検・清掃を確実に実施してください。病院は建築物衛生法による特定建築物に指定されていませんが、衛生的環境を考慮して準拠するようにお願いします。

②加湿器への給水は、水道法水質基準を満足する遊離残留塩素濃度(末端給水で0.1mg/ℓ)を満足する水道水としてください。

③加湿モジュールの強制乾燥運転を定期的に実施してください（下記参照）。

④要求清浄度に応じた換気量と、適切なエアフィルタ(給気最終フィルタ)の使用にご留意ください(下記参照)。

■空調設備・機器の保守管理性の確保について(HEAS-02-2013より抜粋)

・空調設備は病院の成長と変化に追従できるように、更新の容易な設備とし、また病院の機能を安定かつ継続的に維持するために、保守および管理しやすい設備としなければならない。

・空調機は保守を容易にするために空調機械室内に設けることが望ましい。特に清浄度クラスⅠ・Ⅱ・Ⅲの系統の空調機を天井内に設置する場合には、保守管理の面から確実に点検できることを計画時に検討しなければならない。

■給気最終フィルタの設置について(HEAS-02-2013より抜粋)

・清浄度クラスⅠ・Ⅱ・Ⅲの室の最終フィルタは、吹出口の直前に取り付けることを原則とする。清浄度クラスⅡおよびⅢの室で吹出口側に最終フィルタを設けない場合は、空調機ファン出口側に高性能フィルタを装着することが望ましい。

・清浄度クラスⅡおよびⅢの部屋に室内循環機器を設ける場合は、循環空気の最下流側(吹出口)に高性能フィルタを装着している前提で設置可としている。ただし、コイルやドレンパンの存在は、メンテナンス問題や漏水の危険性、微生物が繁殖するおそれがあることなどから、設置しないことが望ましい。

【使用の可否】

◇清浄度クラスⅠ・Ⅱ・Ⅲの区域では要求清浄度が高く、より衛生的環境を考慮して蒸気式加湿の採用を推奨します。

◇清浄度クラスⅣ・Ⅴの区域では滴下浸透気化式加湿器をご使用いただけます。ただし部屋の用途等により要求される室内清浄度が異なる場合があるので十分に注意してください。

◇ファン内蔵の室内直接加湿型の加湿器は、加湿器本体内に（表－10）に示す効率を満足するフィルタを取り付けることはできませんのでご注意ください。

【使用上・取扱上の注意】

◇加湿器は適切な保守点検が必要です。空調機内に組込使用される加湿器は目につかないこともあり、保守点検がなされず放置される例も多く見られます。

◇給水の水質にも注意が必要です。加湿器用給水配管はシーズンオフ ( 暖房期外 ) には通水されないことが多いため、汚れが発生しやすくなります。給水配管のフラッシングは施工後、試運転前、シーズンイン時、連続した一週間以上の運転休止後の運転再開前に必ず実施してください。

◇運転を休止している空調機器内に含水状態の加湿モジュールが長時間放置されることは望ましくありません。
定期的に加湿モジュールが乾燥しない場合、カビ等を原因とする臭気の発生に至る場合があります。空調機器の運転を一昼夜以上にわたって休止する場合には、加湿器の運転を停止して1時間以上の空調機アフターラン ( 送風運転 ) を行い、加湿モジュールを乾燥させてください（24 時間運転など加湿器の運転を停止できない現場では、給水ステップ制御により交互運転を行い加湿モジュールを乾燥させる事例もあります）。

◇また、空調機の運転を停止する1時間程度前に給水を停止することで、加湿モジュールを乾燥させる「スケジュール運転」を実施する例もあります。
給水を停止しても加湿モジュールに保水した水が気化蒸発するため、極端な加湿不足などの不都合は回避可能です。

◇加湿シーズン終了後は、加湿モジュールを加湿器本体から取り外しておくことをお奨めします。また、取り外し後に所定の洗浄を行い、シーズンインまで保管されることをお奨めします。

# 5-4．レジオネラ症と加湿器

## 5-4-1．レジオネラ症とは

◆近年、レジオネラ症への危惧が深まり、この菌が河川や池、沼、土壌に広く分布し、基本的にエアロゾルを発生するすべての水利用設備、機器類が感染源になりうることが理解されています。

◆レジオネラ属菌は自然界の土壌や淡水に生息し、50 を超える菌種が知られています。水利用設備がレジオネラ属菌に汚染され、生育の条件が整えば増殖します。そして、菌を含んだ水がエアロゾル※として空気中に放出され、それを人が吸い込むと感染し、発症することがあります。

※エアロゾルは、固体または液体の微粒子が空気中に分散していて浮遊している状態のもの。

◆欧米での発生が多く（米国では統計から年間 17,000 ～ 23,000 例のレジオネラ肺炎が発生しているとの推定があります）、日本での発生はまだ少ないといわれていますが、2006 年 :517 症例、2007 年 :655 症例、2008 年 : 約 900 症例と増加傾向にあります。

◆レジオネラ症の感染源は、冷却塔、循環式浴槽・温泉、給水・給湯設備、水景施設 ( 噴水 )、加湿装置などの水利用設備です。感染は、汚染されたエアロゾルの大きさに関係します。直径が大きい場合は上気道で捕捉されて排除され、小さ過ぎる場合は肺胞に到達してもそのまま呼気中に排出されます。よって感染に至る危険性の高いエアロゾル粒子の直径は 1 ～ 5μm であるとされています。

## 5-4-2．レジオネラ症と加湿器

◆日本では 1997 年に、東京都内の私立大学付属病院で加湿器が汚染源と思われるレジオネラ症により、乳児が死亡するといういたましい事故が発生しました。
感染経路については、給湯器の配管残留水（60℃以下の低温）が汚染され、その水を家庭用超音波式加湿器の給水タンクに補給したためといわれています。家庭用の超音波式加湿器は、「5-2-8. 水噴霧式加湿器の注意点」で説明したように、汚染されやすいといえます。

◆業務用加湿器については、国内での事故報告は確認されていませんが、水利用機器である以上は安全とは言い切れません。製品の設計上の配慮はもちろんのこと、保守作業など取扱にも注意しなければなりません。

◆ 40 頁の参考は、公的機関による 2 件の「加湿系統のレジオネラ属菌等生息実態調査」の結果をまとめたものです。およそ 15 年前の報告ですが、加湿器の休止期間後再使用時のフラッシングの必要性について言及していますので参照してください。

◆建築物における衛生的環境に関わるレジオネラ症の防止対策に資することを目的として、財団法人 ビル管理教育センター（当時）より 2009 年 3 月、「第 3 版 レジオネラ症防止指針」が発刊されました。同指針は、1994 年の「レジオネラ症防止指針」、1999 年の「新版レジオネラ症防止指針」に続くもので、「新版」の内容を大幅に改訂し第 3 版とされたものです。41 頁に加湿器の問題点と注意等を引用してご紹介しますので参照してください。

**レジオネラ症の感染源となりうる人工環境**

- クーリングタワー ( 冷却塔 )
- 循環式浴槽
- 温泉、プールなど
- 加湿器、ネブライザー
- シャワーヘッド
- 噴水などの水景用水
- 製氷機
- スプリンクラー、水まき器など
- 研磨機 ( 歯科・石加工など )
- 自動車洗車機
- ミスト発生機 ( 植物栽培・娯楽用など )
- 腐葉土など

■参考：財団法人　ビル管理教育センター発（当時）行「第２４回建築物環境衛生管理技術研究集会　資料集」より
「特定建築物における加湿系統のレジオネラ属菌等生息実態調査について」（大阪市環境食品技術者会、沼田 啓介氏）

◆大阪市では、休止期間中の加湿系統配管内に滞留する加湿水に注目し、レジオネラ属菌等の生息実態調査を実施した。

◆調査施設・規模・時期
◇市内における特定建築物24施設
◇平成8年10月22日～10月29日

◆調査内容
◇各施設の加湿系統配管内滞留水を水抜きバルブ等から採水した。採水時に水質検査（水温、遊離残留塩素、総残留塩素、pH）を実施し、大阪市立環境科学研究所にて細菌検査（レジオネラ属菌、一般細菌、大腸菌群）を行った。

◆調査結果

| | | |
|---|---|---|
| 水質性状 | ・遊離残留塩素ゼロの施設<br>・総残留塩素ゼロの施設 | 20施設<br>19施設 |
| | ・外観が透明である施設<br>・外観が少し濁っている施設<br>・外観がかなり濁っている施設 | 10施設<br>8施設<br>6施設 |
| 加 湿 器 | ・水スプレー式<br>・蒸気式<br>・気化式<br>・超音波式 | 13施設<br>6施設<br>4施設<br>1施設 |
| 細菌検査 | ・レジオネラ属菌検出施設<br>・一般細菌検出施設<br>・大腸菌群検出施設 | 1施設<br>20施設<br>なし |

◆まとめ
◇レジオネラ属菌は1施設から検出、一般細菌が全く検出されなかった施設は4施設のみであった。
◇大半の施設が錆等により外観上濁っており、菌増殖の原因の一つになるものと考えられる。
◇レジオネラ属菌を検出した施設では、加湿系統配管内の加湿水中の遊離残留塩素濃度を一定濃度確認できるまで水を入れ換えるなどの指導を行い、1週間後に再検査したところ、菌の検出はなかった。
◇維持管理について、
①休止期間中は水を抜いておく。
②加湿器を稼動させる時は、管内の洗浄等を行い、清浄水を供給する。
③定期的に加湿水の残留塩素濃度を確認することが望ましい。

■参考：東京都食品環境指導センター（当時）発行　「平成１０年度ビル衛生管理講習会資料」より
「レジオネラ属菌生息実態調査」、空調用加湿装置を抜粋

◆特定建築物の水利用設備において、空調用加湿装置については、レジオネラ属菌の生息状況が明らかにされていないため、その実態把握の調査を行った。

◆調査施設・規模・時期
◇空調用加湿装置を有する特定建築物
・超音波式　　：12施設　滞留水23検体
（平成10年1月～2月）
・通風気化式　：20施設　加湿材40検体、滴下余剰水34検体（平成10年1月～2月）

◆調査内容
◇設備概要及び維持管理状況
・水質検査　　：レジオネラ属菌、一般細菌、従属栄養細菌、pH、電気伝導度
・ふきとり検査：レジオネラ属菌

◆調査結果
◇超音波式、通風気化式ともに加湿用水及びふきとり検査から、レジオネラ属菌は検出されなかった。一般細菌及び従属栄養細菌は多数検出された。

◆まとめ
◇今回の調査結果では、空調用加湿装置からレジオネラ属菌は検出されなかったが、一般細菌等が多数検出されていることから、装置内での細菌増殖を防止するため、加湿水や装置内の清掃・消毒などについて適正な衛生管理を指導しなければならない。

## 5-4-3. 第３版 レジオネラ症防止指針より

◆指針より第5章「加湿器」を抜粋引用
・第3版 レジオネラ症防止指針、平成21年3月発行
・発行所：財団法人　ビル管理教育センター（当時）

### 加湿器の問題点

冬季の低湿度が問題になっていることは東京都の立入調査や、(財)ビル管理教育センター（当時）が実施した厚生労働科学研究などの結果から明らかになっている。

湿度が低すぎると、ヒトの呼吸器官が過度に乾燥し、インフルエンザウイルスの活動性を高めることがある。加湿は、乾燥している空気を湿潤な状態にして、このような障害を防ぐために行われる。しかし、加湿器は衛生的に保持しないと、その中で微生物が増殖し、在室者の健康に悪影響を及ぼすことがある。

以下に、ビル用と家庭用の加湿器におけるレジオネラ属菌に起因する汚染の問題点について述べる。

**◆ビル空調機の加湿器と問題点**

加湿方法は、蒸気吹出し方式、水噴霧方式、気化方式の3種類に大別される。加湿器によるレジオネラ属菌の汚染は、レジオネラ属菌が加湿器内に侵入し、その中で増殖した後、エアロゾルとして空中へ拡散することによって起きる。したがって、レジオネラ属菌侵入の防止、加湿器の衛生管理がレジオネラ対策として重要となる。

○蒸気吹出し方式：温度が降下せず、殺菌作用を有するこの方式はレジオネラ属菌による汚染の懸念が少ないと考えられている。

○Nagorkaらが循環水を使用したスプレーノズル式の加湿器内を調査した結果、L.pneumophilaとアメーバを検出している。一方、超音波式と遠心噴霧式(ネブライザー)は、レジオネラ属菌による汚染が最も危惧されている加湿方式であり、加湿水タンク内でレジオネラ属菌が大量に増殖すればレジオネラ症発生の原因となる。

○気化方式：日本のビルなどの空調機に最も多く用いられているこの方式の加湿器において、まだレジオネラ属菌による汚染の報告事例が見当たらないが、水が溜まる構造は上記の超音波式や遠心式と同様であることに注意を要する。

日本のビル用空調機に組み込まれた加湿器に使用される水は、厚生労働省告示において、水道法第4条に規定する水質基準に準ずるものが規定されている。2003年に改正された建築物衛生法では、加湿装置について、当該加湿装置の使用開始時および使用期間中の１ヶ月以内ごとに1回、定期に汚れの状況を点検し、必要に応じて清掃などを行うことが定められている。特に気化方式の加湿器においては、使用期間中に加湿材が常にぬれている状態にあるため注意を払う必要がある。また、加湿器の使用開始時と終了時には、水抜き・清掃を確実に実施し、細菌汚染に注意することが必要である。

**◆家庭用加湿器と問題点**

ビル用加湿器の補給水が給水配管に直接接続して供給されているのに比べ、家庭用の加湿器(ポータブル加湿器)では、約1日分の貯蔵タンクから供給される。透明な貯蔵タンクで日射を透過する加湿器の場合や、室内でタンクの水が加温される場合には、タンク内の水の残留塩素は急速に消失し、細菌の温床となることが指摘されている。蒸留水を使用した家庭用加湿器からL.dumoffiiが検出されたとの報告がある。
最も危惧されているのは、超音波式加湿器である。タンクの汚染も起こりやすく、長期間水を貯めたまま放置される可能性が高い。タンク内面に形成されるバイオフィルムもそのまま長期間保持される。1996年に国内の大学病院で起きた新生児室におけるレジオネラ症の発生にも、家庭用の超音波式加湿器が関与したと考えられている。また、2007年、家庭用超音波加湿器のレジオネラ属菌に起因する死亡事故が報告されている。新潟市在住の60歳代の男性が10月初旬、発熱や肺炎の症状を訴えて入院、数日後に死亡したという。市保健所の担当者が男性宅を調べたところ加湿器の噴霧口付近の”ぬめり”から、男性の吸飲痰から検出されたレジオネラ属菌と同じ遺伝子パターンを持つ菌(L.pneumophila)が見つかり、その原因を特定した。この事例からも分かるように、超音波加湿器を使用する際には、タンクの内面を絶えず清潔な状態に保つ必要がある。

# 5-5. 加湿器のランニングコスト

## 5-5-1. 主な加湿器のランニングコスト

◆加湿器を使用すると、どの程度のランニングコストがかかるでしょうか。下表は当社の主な加湿器について、調べた結果です。

◆右記の算出条件で、加湿器を 10 年間使用すると仮定した 1 年間あたりのコストのめやすです。
部品交換の周期はカタログ値などから任意に設定しています。

■算出条件
・有効加湿量　　8kg/h
・年間必要加湿量　　8,000kg
（8kg/h×8時間／日×25日／月×5ヵ月／年）
・給水水質は水道水
・水道料金　　335円/t
・電力料金　　12円/kWh

◆ランニングコストはご使用条件により変動しますので、めやすとしてご覧ください。

| 加湿器機種 | | 超 音 波 式 | 高圧スプレー式 | 滴下浸透気化式 | 電 極 式 |
|---|---|---|---|---|---|
| 加湿器型式 | | BNBタイプ | SVNタイプ | VPAタイプ | SEBタイプ |
| 使用区分 | | 室内直接噴霧 | 空調機組込 | 空調機組込 | 空調機組込 |
| 加湿器型番（WM-）×台数 | | BNB8000×1 | SVN50×1 | VPA90×1 | SEB08C×1 |
| 有効加湿量（kg/h） | | 8.0 | 15.0 | 9.0 | 8.0 |
| 年間稼働時間（h） | | 1,000 | 534 | 889 | 1,000 |
| 給水量（kg/h） | | 8.0 | 50.0 | 27.0 | 10.0 |
| 消費電力（kW） | | 0.74 | 0.12 | 0.01 | 6.0 |
| 水道・電力料金 | 年間使用水量（t） | 8.0 | 26.7 | 24.0 | 10.0 |
| | 年間水道料金 | ￥2,680 | ￥8,945 | ￥8,040 | ￥3,350 |
| | 年間使用電力量（kWh） | 740.00 | 64.08 | 8.89 | 6,000.00 |
| | 年間電力料金 | ￥8,880 | ￥769 | ￥107 | ￥72,000 |
| | 水道・電力料金合計 | ￥11,560 | ￥9,714 | ￥8,147 | ￥75,350 |
| 交換部品 | 部品名 | 超音波振動子 | シャフトシール・ベーン | 加湿モジュール | 蒸気シリンダ |
| | 交換周期（h） | 約5,000 | 約2,000 | 約5,000 | 約4,000 |
| | 単価 | ￥2,700 | ￥2,600 | — | ￥25,000 |
| | 数量 | 16 | 一式 | 一式 | 1 |
| | 金額 | ￥43,200 | ￥2,600 | ￥119,000 | ￥25,000 |
| ランニングコスト | 使用開始1年目のコスト | ￥11,560 | ￥9,714 | ￥8,147 | ￥75,350 |
| | 10年間のコスト | ￥158、800 | ￥102,340 | ￥200,470 | ￥803,500 |
| | 1年あたりのコスト | ￥15,880 | ￥10,234 | ￥20,047 | ￥80,350 |
| | 加湿量1kgあたりのコスト | ￥1.99 | ￥1.28 | ￥2.51 | ￥10.04 |

# 5-6．加湿器の保守作業と交換部品

## 5-6-1．主な保守作業と交換部品

◆加湿器の能力・機能を維持するためには、定期的な保守作業が必要になります。下記の表は、加湿方式と機種別に主な内容をまとめたものです。保守作業の実施時期、部品の交換時期は、水質（水処理装置の使用）や運転時間などの使用条件により異なりますので、めやすとして考えてください。

| 機種 | | 主な保守作業 | |
|---|---|---|---|
| | | 項目 | 実施時期など |
| 共通 | | 給水ストレーナの掃除 | 施工後の運転初期（1～2日目）、シーズンイン時、汚れに応じ適宜 |
| | | 給水配管のフラッシング | 施工後、試運転前、シーズンイン時<br>連続した1週間以上の運転休止後の運転再開前 |
| | | 定期点検（運転確認） | 使用開始時および使用期間中の1ヵ月以内ごとに1回の定期点検（建築物衛生法） |
| 気化式 | 滴下浸透気化式 | 加湿モジュール洗浄 | シーズンイン時（汚れに応じて周期を早める） |
| | | 給水ヘッダのノズル掃除 | シーズンイン時（汚れに応じて周期を早める） |
| | | 給水ヘッダの水抜き | シーズンオフ時（目詰まりしたとき） |
| | | フィルタの掃除<br>（VCJ、VTC、VFB、VDC-Fタイプ） | 月1～2回（汚れに応じて適宜） |
| 蒸気式 | 電極式 | 本体点検、蒸気ホースの点検 | 定期点検に合わせて適宜 |
| | | 蒸気シリンダの残水排水 | 連続した1週間以上の運転休止の前 |
| | 電熱式 | 本体点検、蒸気ホースの点検 | 定期点検に合わせて適宜 |
| | | 加熱タンクの残水排水 | 連続した1週間以上の運転休止の前 |
| | 間接蒸気式 | 蒸気用ストレーナ掃除 | 施工後の運転初期（1～2日目）、シーズンイン時、汚れに応じ適宜 |
| | | 本体点検、加熱タンク掃除 | 水道水：シーズン中に月1回（汚れに応じて周期を早める）<br>軟　水：シーズンオフ時（汚れに応じて周期を早める） |
| | | 蒸気ホースの点検 | 定期点検に合わせて適宜 |
| | | 加熱タンクの残水排水 | 連続した1週間以上の運転休止の前 |
| | | 現場（客先）施工配管の点検 | 制御弁の点検、排泥弁の操作など、定期点検に合わせて適宜 |
| | | オーバホール（分解点検） | 3年に1回（暖房加湿の場合） |
| | 赤外線式<br>(2007年9月生産中止) | 本体点検、水槽内掃除、反射板掃除 | 水道水：シーズン中に月1回（汚れに応じて周期を早める）<br>軟　水：シーズンオフ時（汚れに応じて周期を早める） |
| | | 水槽の残水排水 | 連続した1週間以上の運転休止の前 |
| | 立体拡散蒸気噴霧装置<br>ハイスチーマー | ドライチャンバ（減圧器）の分解掃除 | 2年に1回（汚れに応じて周期を早める） |
| | | 蒸気ホースの点検 | 定期点検に合わせて適宜（立体拡散蒸気噴霧装置付属品） |
| | | ドレントラップの掃除 | シーズンイン時（汚れに応じて周期を早める） |
| | | 現場（客先）施工配管の点検 | 制御弁の点検、排泥弁の操作など、定期点検に合わせて適宜 |
| 水噴霧式 | 超音波式 | 本体点検、水槽内掃除 | 水道水：シーズン中に月1回（汚れに応じて周期を早める）およびシーズンイン時、シーズンオフ時<br>純　水：シーズンイン時、シーズンオフ時 |
| | | フィルタ掃除（BNB、KNC、SCA） | 週1回（汚れに応じて適宜） |
| | | 水槽の残水排水 | 連続した1週間以上の運転休止の前 |
| | 高圧スプレー式 | 本体点検 | 定期点検に合わせて適宜 |
| | | ノズル掃除 | シーズンイン時（汚れに応じて周期を早める） |
| | | ポンプ点検（SVN／SVK） | シーズンイン時（汚れに応じて周期を早める） |
| | | ドレン抜き（JSH：生産中止） | シーズンオフ時 |
| | | 圧力計のスロットルねじの掃除 | シーズンイン時 |
| | | オーバホール（分解点検）<br>（SVN／SVK） | 2年に1回 |

◆「建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則」（略称：建築物衛生法、2003年4月施行）では、加湿装置は使用開始時および使用期間中の1ヵ月以内ごとに1回の定期点検（必要に応じて清掃）、排水受け（ドレン受け等）を備えるものは同じく1ヵ月以内ごとに1回の定期点検（必要に応じて清掃）、1年に1回の定期的な清掃を求めています。準拠した対応をお願いします。

| 機種 | | 主な交換部品 | |
|---|---|---|---|
| | | 部品名 | 交換時期など |
| 共通 | | 電磁弁、減圧弁、制御基板、排水電動弁、ファンほか、電気的・機械的駆動部品、パッキン・Oリング類など | 左記の部品は経時的な劣化、故障の発生により交換 |
| 気化式 | 滴下浸透気化式 | 加湿モジュール | 交換周期は加湿器の設置環境や運転状況、洗浄作業の頻度などにより異なるが、一般空調（暖房期の加湿運転、年間運転時間：1,000時間）においては5～10年をめやすとする。また、年間空調（年間運転時間：5,000時間）においては1～2年をめやすとする |
| | | 給水ヘッダ | ノズルの目詰まりが著しいとき |
| 蒸気式 | 電極式 | 蒸気シリンダ | 加湿器コントローラに交換表示されたとき（最大4,000時間） |
| | | 蒸気ホース、内部ホース | 点検により劣化がみられるとき |
| | 電熱式 | シーズヒータ | 積算運転時間10,000時間をめやすとする<br>（＊供給水は純水または軟水限定） |
| | | 蒸気ホース、<br>レベルセンサユニット | 点検により劣化がみられるとき |
| | 間接蒸気式 | 加熱コイル | 積算運転時間8,000時間をめやすとする<br>（オーバホールにより、スケールの付着が著しいときは交換） |
| | | 蒸気ホース | 点検により劣化がみられるとき |
| | 赤外線式<br>(2007年9月生産中止) | 赤外線ヒータ | 積算運転時間5,000時間をめやすとする<br>（ヒータの汚れ、発停頻度、残留蒸気の排除有無などにより交換時期は早まる） |
| | 立体拡散<br>蒸気噴霧装置<br>ハイスチーマー | 蒸気ホース | 点検により劣化がみられるとき<br>（立体拡散蒸気噴霧装置付属品） |
| 水噴霧式 | 超音波式 | 超音波振動子 | 積算運転時間5,000時間をめやすとする<br>（水槽内の汚れにより交換時期は早まる） |
| | | ファン<br>（BNB、KNC、SCA） | 高湿度条件の運転による経時的な劣化、<br>故障の発生により交換 |
| | 高圧スプレー式 | ベーン（SVN／SVK） | 運転圧力の低下あるいは運転音が大きくなったとき |
| | | ロータ、シャフトシール<br>（SVN／SVK） | オーバホールにより、ポンプロータおよびシャフトシール部の摩耗がみられるとき |
| | | ランナー（ポンプ内の回転体）<br>（JSH：生産中止） | 故障の際のチェックで、ランナーにスケールの付着が著しいときは交換 |

# 6．産業空調と加湿

## 6-1．産業別の空調温湿度条件

（表－11）産業別、対象別の空調温湿度条件　●参考値です。実際の設計にあたっては都度設計条件を確認ください。

| 産業分野 | 対象・工程・品名など | | 温度（℃） | 湿度（%RH） | 加湿の目的 |
|---|---|---|---|---|---|
| 青果物貯蔵 | 低温貯蔵庫（恒温恒湿庫） | キャベツ<br>ダイコン<br>ニンジン<br>ホウレンソウ<br>レタス<br>イチゴ | 0 | 90～95 | 貯蔵品の表皮からの物理的な水分蒸散を抑え、鮮度を保持する。なお、呼吸作用による水分蒸散を抑えるには低温を保つ。<br>（野菜にはおよそ90%前後の水分が含まれており、その内の5%が失われると、商品価値がなくなるといわれている） |
| | | カボチャ | 10～13 | 70～75 | |
| | | サツマイモ | 13～16 | 85～90 | |
| | | ピーマン | 7～10 | 90～95 | |
| | | リンゴ | 0 | 90～95 | |
| | | モ　モ | −0.5～0 | 90 | |
| | | 温州ミカン | 5 | 85～90 | |
| | | オレンジ | 0～9 | 85～90 | |
| | | バナナ | 16 | 85～90 | |
| 穀類貯蔵 | | 米（玄米） | 15以下 | 68～75 | 水分含有率を保つことによる食味の維持、目減り防止、割れの防止<br>（米の水分含有率はおよそ13～15%である） |
| 肉<br>魚<br>乳製品<br>一般食品 | | 豚肉・牛肉（冷蔵） | −1～1 | 85～90 | 貯蔵品の表面からの水分蒸発を抑え、鮮度を保持し、目減りを防ぐ（食肉にはおよそ75%前後の水分が含まれており、肉の表面が乾くと肉色が悪くなったり変質の原因になる） |
| | | 鮮　魚 | 0.5～1.5 | 90 | |
| | | チーズ | −0.5～7 | 65～70 | |
| | | ハ　ム | 0～1 | 85～90 | |
| きのこ栽培 | ブナシメジ | 培　養<br>熟　成<br>芽　出<br>生　育 | 20～23<br>24～25<br>15～16<br>14～15 | 67～70<br>70～75<br>90～95<br>85～90 | 栽培過程に適した湿度環境をつくる<br>（ビンやキノコの表面に水滴がつかないように、加湿の水粒子は細かいほどよい） |
| 切り花貯蔵 | 低温貯蔵 | − | 0 | 95以上 | 気孔、花弁からの水分蒸散を抑える |
| 博物館<br>美術館<br>図書館 | 博物館 | | 21.1～22.2 | 50～55 | 収蔵品が変質・変形しないように、保存環境をつくる<br>（収蔵品の材質などにより保存環境は異なる） |
| | 美術品の収蔵 | | 18.5～22.2 | 50(±2) | |
| | 図書館 | | 21.1～23.3 | 40～50 | |
| 印刷工場 | 多色オフセット印刷、グラビア印刷 | | 24～27±3 | 46～48±2 | 紙の吸放湿による伸縮を抑える<br>静電気を防止する<br>（紙の水分含有率は5～7%前後である） |
| | 写真製版 | | − | 50 | |
| | 電子製版 | | 20～23±1.5 | 55±5 | |
| 食品工場 | パン工場 | 小麦粉貯蔵 | 18～27 | 50～65 | 品質の保持、適度な発酵条件をつくる<br>包装は静電気の防止 |
| | | 発　酵 | 24～27 | 70～75 | |
| | | 包　装 | 16～18 | 60～65 | |
| | ビール工場 | ホップ貯蔵 | −1～0 | 55～62 | 品質の保持 |
| 繊維工場 | 木綿製織 | | 26～27 | 70～85 | 繊維の吸湿安定による可紡性の維持と糸切れの防止<br>静電気の防止 |
| | ウール製織 | | 26～29 | 60～75 | |
| | ナイロン製織 | | 26～27 | 50～60 | |
| 情報施設 | 電算機センター機械室（動作時） | | $22^{+5}_{-4}$ | 40～70 | 精密機器の機能維持、在室者の快適性<br>※空冷式ＣＰＵの室内条件はメーカー例 |
| | 空冷式ＣＰＵ室内条件 | | 24±1 | 50±10 | |
| | 通信機器室 | （夏）<br>（冬） | 27<br>20 | 50<br>50 | |
| | 音声スタジオ | （夏）<br>（冬） | 26<br>19 | 55<br>50 | |

## 6-1-1. 産業空調と加湿

◆産業空調は、室内で生産または保管される物品の品質管理や品質保持、機器類の機能維持を目的としたもので、対象となるのは工場、食品貯蔵庫、農園芸施設、電算機室などです。

◆産業空調における加湿は、その精度が直接に保管物・生産物の品質、歩留りに影響し、また機器の誤動作にもつながるため、精密な制御を求められることがあります。

◆空調や加湿のやり方は、必ずしも特殊であるとは限りません。工場などでは保健空調と同じように、単に空調機内に加湿器を組み込んで使用することも多くあります。
その反面、クリーンルームのような特殊な空調方式をとったり、低温貯蔵庫やきのこ栽培のように、室内直接加湿を行うこともあります。

◆また、工場の生産ラインなどでは、室内全体を加湿することなく、調湿の必要な場所のみスポット的に加湿器を使用することがあります。

## 6-1-2. 静電気と加湿

◆物と物との摩擦などにより静電気が発生し、帯電量が多くなるとさまざまな障害が起こります（表－ 12、13 参照）。

◆産業分野では、帯電量を減らすために帯電防止剤を使用しますが、これと同時に室内の湿度を 50%RH 以上、できれば 60%RH 程度に保つことが有効といわれています。

◆帯電防止剤の多くは界面活性剤で、親水基によって空気中の水蒸気を集めて水膜をつくり、物質表面の抵抗値を低下させ、電気を逃がしやすくしているのです。ですから湿度の高い時期であればたいへん有効です。

◆ところが、空気が乾燥している時期（状態）になると、界面活性剤は水蒸気を集められなくなり、効果は著しく低下するため、室内の湿度を高める必要が生じます。

◆保健空調では、室内の湿度を 50%RH 以上に保てば、静電気の障害はほぼ解決できます。
しかし、産業空調では、機械的な運動などにより、帯電量はたいへん大きなものになります。
帯電防止剤の効果を高めるためにも、加湿は重要な役割を果たしているのです。

（表－12）工業分野と静電気による障害例

| 工業分野 | 障害例 |
|---|---|
| プラスチック | フィルムのローラへの巻付き、ねじれ、引裂け、塵埃の付着、保管中の汚れ |
| 紙・紙加工 | ローラ・カッタへの巻付き、引裂け、反り、塵埃の付着、裁断時の不揃い |
| 印刷・塗装 | インキの定着不能、塵埃の付着、位置ずれ、2枚送り、不揃い |
| 繊　維 | 糸のもつれ、不揃い、糸切れ、ローラへの巻付き、汚れ |
| 粉　体 | 目詰まり、凝集、異物混入<br>パイプ・容器内への付着 |
| 半導体<br>精密機器 | 塵埃の付着、放電破壊<br>精密計器の狂い |

（表－13）環境条件・履き物・歩行状態で変わる人体の帯電電位

| 床　材 | | | ナイロンカーペットをビニルタイル上に敷く | |
|---|---|---|---|---|
| 歩行状態 | | | 通常 | すり足 |
| 人体の帯電電位（V） | 塩化ビニル（サンダル） | 5月<br>23℃・44%RH | 500 | 3000 |
| | | 8月<br>31℃・60%RH | 25 | 90 |
| | | 12月<br>17℃・25%RH | 7000 | 9000 |
| | 素　足 | 5月<br>23℃・44%RH | 0 | 0 |
| | | 8月<br>31℃・60%RH | 0 | 0 |
| | | 12月<br>17℃・25%RH | 1300 | 1500 |

## 6-1-3. 電算室空調と加湿

◆電算機室や通信機器室の空調は、室内に設置する電子機器の機能維持を目的とし、合わせて在室する人間にとっても適当な環境でなければなりません。半導体などの進歩により、電子機器の許容温湿度は人間のそれとほぼ等しくなりましたが、いまだ大型の機器になると、人間の環境条件と一致しないことがあります。

◆室内温湿度条件の設計は、負荷計算用の設計用室内温湿度と、空調運転制御において平常時に許容する標準制御範囲とに分けられています。また、システムの信頼性設計のための限界温度条件が加わります（表－ 14 参照）。

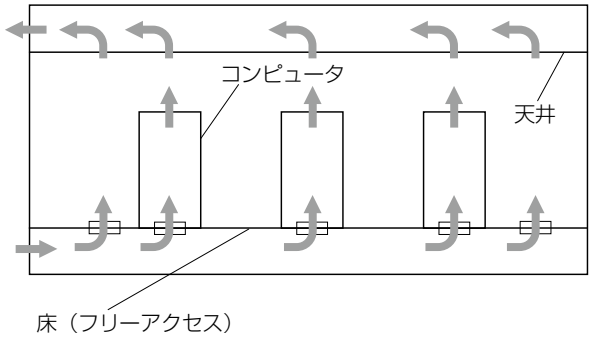
◆最近では、電算機や通信機器の小型化と低消費電力化が進み、温湿度の許容範囲は広くなりつつあります。

◆使用する空調機は、顕熱比を高くとる専用空調機が多く使用されます。電子機器から発生する熱を、大風量で除湿を抑えながら処理します。

◆湿度調整の目的は、在室者の帯電による機器への障害の防止、塵埃を防ぐことであり、加湿量は、換気量と空調機の除湿量を基本に考えます。

◆加湿器は、電極式、電熱式などの蒸気式加湿器の採用が多く、外気冷房や加湿冷却を行う場合は、滴下浸透気化式を組み込む例もみられます。

（図－21）電算室空調の一例




（表－14）電算機室の温湿度条件の一例

| | | 温度（℃） | 湿度（%RH） |
|---|---|---|---|
| 設計用温湿度 | | 22 | 50 |
| 標準制御範囲 | 動作時 | 22 $^{+5}_{-4}$ | 40～70 |
| | 休止時 | 5～40 | 30～75 |
| 限界温度 | 動作時 | 27 | － |
| | 休止時 | 40 | － |
| 電算機吸込温湿度 | 動作時 | 15～27 | 40～70 |
| | 休止時 | 5～40 | 30～75 |

## 6-1-4. 繊維工場と加湿

◆繊維は、木綿やウールなどの天然繊維、ナイロンやポリエステルなどの合成繊維に分けられます。何れも吸湿性の材料であることから、工場の温湿度調整を必要としますが、個々の繊維で異なった特徴をもっており、繊維の種類に応じた空調設計がなされます（表－ 15 参照）。

◆湿度が低下すると繊維の水分量も低下し、糸切れを起こしたり、静電気によるローラへの巻付きなどを発生します。
また、糸の長さと重さの関係（単位：デニール）に影響を与えるといわれています。

◆繊維工場は概して室内容積が大きく、加湿器は二流体式、床置型の大型の気化式加湿器などが使用されます。

（表－15）繊維工場の温湿度条件の一例

| 繊維 | 工程 | 温度（℃） | 湿度（%RH） |
|---|---|---|---|
| 木　綿 | 合糸・撚糸 | 28～33 | 60～75 |
| | 織布 | 26～30 | 70～80 |
| | 仕上 | 28～33 | 50～60 |
| ウール | 合糸・撚糸 | 28～33 | 60～80 |
| | 織布 | 26～30 | 75～85 |
| | 仕上 | 26～32 | 60～75 |
| ナイロン | 捲取機室 | 16±1 | 57.5±5 |
| | 紡糸室 | 28～30 | － |
| | 冷延伸パート | 25±1 | 67.5±5 |
| ポリエステル | 捲取機室 | 20～26 | 75以上 |
| | 紡糸室 | 28～30 | － |
| | 延伸パート | 28～30 | － |

## 6-1-5. 印刷工場と加湿

◆印刷物は多色化と高級化に伴って品質管理を求められ、特に材料である印刷紙の管理が重要視されます。印刷紙の特性として紙の抗張力、伸縮率などがありますが、これらは紙の水分含有率の影響を受け、また水分含有率は湿度によって変化します。

◆紙は吸湿性の材料であり、一般的に水分含有率は 5 ～ 7%といわれています（図－ 22 参照)。この水分含有率を印刷工程を通して一定に維持すれば問題ありませんが、実状では困難であり、変化をなるべく小さくするように温湿度を管理します。

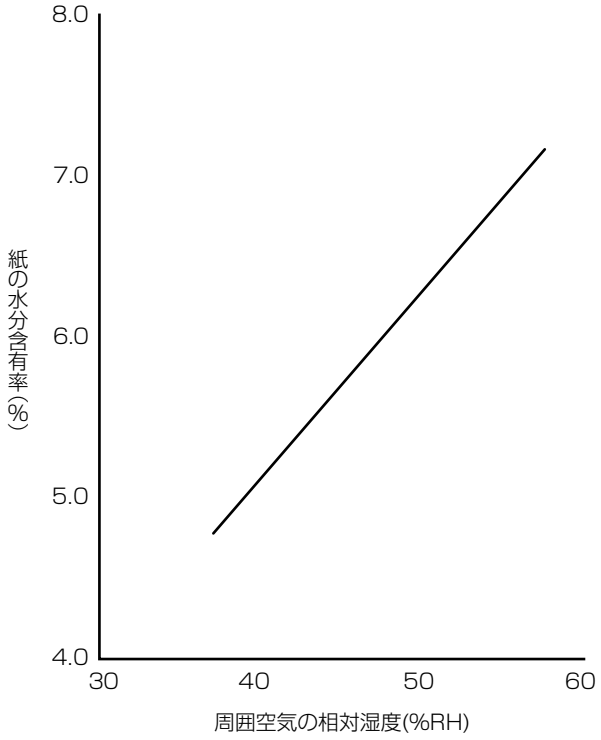
◆紙が伸縮すると印刷の歪みやズレが発生します。紙の水分含有率を 5 ～ 7%に維持するためには、湿度を 50%RH 程度に保たなければなりません（図－ 22、23 参照)。

◆印刷工場の空調系統を考える場合、温湿度を厳密に調整しなければならない印刷室・紙保管庫などと、保健空調のレベルで差し支えない校正室・事務室に大別できます。

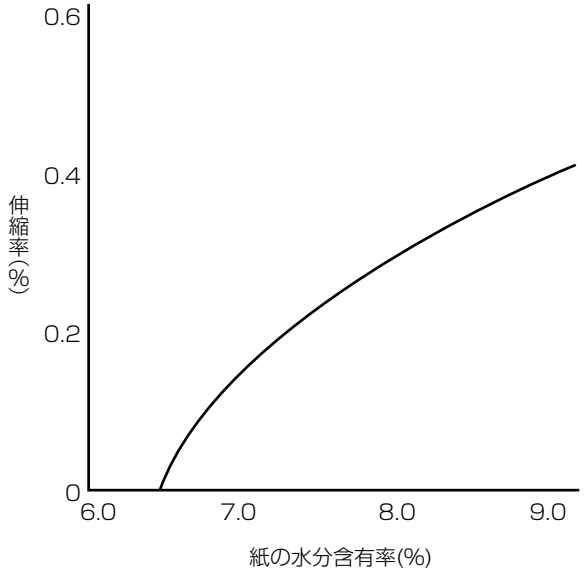
◆印刷室の空調は、印刷機からの発熱負荷が大きく、階高も高くなることから、作業者の多い領域を重点にスポット空調も行われます。

◆加湿器は、室内に設置して直接加湿することが多く、空気の顕熱を処理する面からは、超音波式や遠心式あるいは滴下浸透気化式が適しています。ただし、印刷工場はパウダー状の粉じんなどが多く、加湿器の汚れには注意が必要です。
また、最近では回路基板の製版などクリーンルームなみの清浄度を要求することも多く、この場合は、電極式などの蒸気式加湿器も使用されます。

（図－22）相対湿度と紙の水分含有率との関係例




（図－23）紙の水分含有率と伸縮率の関係例



## 6-1-6. 博物館・美術館と加湿

◆博物館や美術館、資料館などの空気環境は、展示品や収蔵品の保存を基本に考えなければなりません。保存にあたっての加害要素は、温度･湿度･光･汚染空気、生物といわれています。

◆収蔵品は、古代から現代まで、そして絵画、彫刻、金属品まで多種多様です。従って、一律に温湿度を決められるものではなく、展示室と展示品、収蔵室と収蔵品に適した、きめの細かい対応が必要になります。

◆欧米では、文化財を保存するための湿度として 55%RH 前後の値を基準にしていますが、日本ではこれより少し高い 60 ± 5% RH の値を推奨しています。これは文化財がこれまで収蔵されてきた環境の履歴を考慮しているからといえるでしょう。

◆空調は 60%RH 前後の条件下で保存する一般用収蔵室と 50%RH 以下の条件下で保存する金属用収蔵室の 2 系統に分けられることが多く、展示ケースはシリカゲルなどの調湿材を使用し、収蔵室は調湿性をもつ壁材などが使用されます。

◆加湿器は、精密な湿度制御に対応する電熱式蒸気加湿器が多く採用されます。

## 6-1-7. 米の貯蔵と加湿

◆米は長期貯蔵に伴う食味の維持や割れの防止、害虫やカビから守るために空調管理することが多くなりました。

◆米は収穫後に乾燥させ、玄米にしてから流通させます（諸外国では籾の状態で長期保管することがある）。このとき玄米の水分含有率は 15%を上限（検査規格）としており、その後は準低温倉庫では温度20℃以下､低温倉庫では 15℃以下、湿度は 70%RH 前後に維持して保管します。

◆米の水分含有率は 13 ～ 15%に保つのがよいとされ、そのための保管条件は温度 13℃、湿度 70%RH が最適とされています。

◆以上のことから、加湿については米の水分含有率を保つために湿度 70%RH を維持するように設計します。

◆加湿量は、米自体からの水分の発生はほとんどなく、換気の影響もわずかとみて差し支えなく、空調機（冷却）による除湿量を補うものとして考えます。当社におけるこれまでの実績からは、倉庫 33m$^2$（10 坪）あたり、1 kg /h の加湿量であれば間に合います。

◆加湿器は室内直接噴霧型の超音波式の採用が多くみられます。水の粒径が細かく、拡散性にも優れるため準低温倉庫での加湿方式として適しているといえます。

## 6-1-8. キノコ栽培と加湿

◆スーパーなどの青果物売り場には、季節を問わずさまざまなキノコ類が並べられ、その多くは人工的な栽培環境下で生産されています。

◆キノコは概して低温多湿を好み、栽培環境も（表－ 16）のように高湿度を必要とします。

◆加湿量は、炭酸ガス濃度の調整に伴う換気量、空調機（冷却）による除湿量を補うものとして考えます。

◆加湿器は、キノコ栽培専用の室内直接噴霧型の超音波式が製品化されており、当社の「霧太郎」は専門の参考書にも紹介されるほど広く普及しています。

（表－16）主なキノコの栽培に適した温湿度例

| 種　類 | 培養期 | 芽出期 | 生育期 |
|---|---|---|---|
| エノキタケ | 15～17℃<br>70～80%RH | 13～15℃<br>90～95%RH | 5～8℃<br>80～90%RH |
| ブナシメジ | 21～23℃<br>65～75%RH | 14～16℃90%<br>90%RH以上 | 14～16℃<br>85～90%RH |
| マイタケ | 22～23℃<br>70～75%RH | 16～18℃<br>90～95%RH | 15～20℃<br>90～95%RH |

## 6-1-9. 低温貯蔵庫と加湿

◆ここでいう低温貯蔵庫とは、食品類を対象とするものであり、「6-1-7. 米の貯蔵と加湿」で説明した米貯蔵倉庫もこれにあたります。貯蔵の対象となるのは青果物・穀類・肉・魚・乳製品などで、何れも水分の蒸発、蒸散を防ぐことを基本に、品質と鮮度の保持を目的に空調を行います。

◆概して食品類は水分の含有量が多く、求められる温湿度条件は低温、高湿度であり、加湿器は必ず使用するといっても過言ではありません。

◆代表的な貯蔵品として、野菜の低温貯蔵庫について説明します。野菜の品質低下の原因は、呼吸（生活）作用、蒸散作用、微生物作用の３つの原因によるといわれています。

◆野菜は収穫後も生きており、植物としての生活作用を抑えることが品質と鮮度の保持につながります。低温とするのは、呼吸作用を低く抑えるためであり、成分の損耗、呼吸熱の影響、呼吸作用に伴う水分の蒸散を防ぎます。湿度を高くするのは、野菜の含む水分と空気湿度の平衡を保ち、水分の蒸散を防ぎます。微生物作用とは、呼吸作用により組織が軟弱化（しおれ）して抵抗力が低下し、腐敗菌の影響を受けやすくなることです。

◆上記のことから、野菜の鮮度を保つためには低温管理を中心とします。しかし低温にするだけでは野菜の水分は失われていきます。野菜はおよそ 90%前後の水分を含み、牛乳の水分が 88%であることからみても、いかに水分を多く含むかがわかります。野菜の水分は、その 5%が失われると商品価値はなくなるといわれています。

◆野菜の貯蔵庫の加湿量は、10℃以下の低温であることから高湿度を得られやすく、空調機（冷却）による除湿量を補うものとして考えます（「6-1-10. 低温貯蔵庫の加湿器選定例」参照）。

◆加湿器は室内直接噴霧型の超音波式の採用が多くみられます。水の粒径が細かく、拡散性にも優れるため適しているといえます。

◆野菜の種類別の貯蔵温湿度は（表－ 17）のとおりです。
野菜によっては、10℃以上の温度を適温とするものもありますので参照してください。

（表－17）野菜の貯蔵温湿度例

| 品　目 | 貯蔵温度（℃） | 相対湿度（%RH） | 貯蔵期間（日） |
|---|---|---|---|
| アスパラガス | 0～2 | 95 | 14～21 |
| イチゴ | 0 | 85～90 | 7～10 |
| エダマメ | 1 | 95 | 4～10 |
| オクラ | 7～10 | 90～95 | 7～10 |
| カブ | 0 | 90～95 | 120～150 |
| カボチャ | 10～13 | 70～75 | 60～90 |
| カリフラワー | 0 | 95 | 14～28 |
| キャベツ | 0 | 95～100 | 150～180 |
| キャベツ（早生） | 0 | 90～95 | 60 |
| キュウリ | 10～13 | 90～95 | 10～14 |
| グリンピース | 0 | 90～95 | 7～21 |
| コマツナ | 0 | | 15～20 |
| サツマイモ | 13～16 | 85～90 | 120～210 |
| サトイモ | 7～10 | | 60～120 |
| サヤインゲン | 4～7 | 90～95 | 7～10 |
| サヤエンドウ | 0 | 90～95 | 20～50 |
| シイタケ | 0 | | 10 |
| シュンギク | 0 | | 5～10 |
| ショウガ | 13～15 | | 180～300 |
| スイートコーン | 0 | 95 | 4～8 |
| スイカ | 2～4 | 85～90 | 14～28 |
| セルリー | 0 | 95 | 30～60 |
| タマネギ（乾燥） | 0 | 65～75 | 30～240 |
| タマネギ（緑） | 0 | 95 | 21～28 |
| ダイコン | 0 | 90～95 | 60～120 |
| ダイコン（葉付き） | 0 | 90～95 | 30～40 |
| トマト（完熟） | 7～10 | 85～90 | 4～7 |
| トマト（緑熟） | 13～21 | 85～90 | 7～21 |
| ナス | 7～10 | 90～95 | 7～10 |
| ニラ | 0 | 90～95 | 30～90 |
| ニンジン | 0 | 98～100 | 150～270 |
| ニンニク（乾燥） | 0 | 65～70 | 180～210 |
| ハクサイ | 0 | 90～95 | 30～60 |
| バレイショ | 3～10 | 90～95 | 150～240 |
| パセリ | 0 | 95 | 30～60 |
| ビート | 0 | 95～100 | 120～180 |
| ピーマン | 7～10 | 90～95 | 14～21 |
| フキ | 7 | | 15 |
| ブロッコリー | 0 | 95 | 10～14 |
| ホウレンソウ | 0 | 95 | 10～14 |
| マッシュルーム | 0 | 90 | 3～4 |
| ミョウガ | 0 | | 6～10 |
| メロン（温室） | 2～4 | 90～95 | 20～25 |
| レタス | 0～1 | 95～100 | 14～21 |

## 6-1-10. 低温貯蔵庫の加湿器選定例

| | | |
|---|---|---|
| 選定条件 | ・庫内温湿度 | 10℃、90%RH |
| | ・冷却能力 | Hc：30,000kJ/h（7,165kcal/h） |
| | ・庫内温度と冷却コイル表面の温度差 | TD：10℃ |
| | ・循環風量 | V ：5,000$m^3$/h |

■手順１．冷却コイル出口空気の状態を求めます

| | | |
|---|---|---|
| ・計算式 | $i_2$ | ：冷却コイル出口空気のエンタルピ |
| | $i_1$ | ：冷却コイル入口空気（庫内空気）のエンタルピ |
| $i_2 = i_1 - Hc/(V \times SG)$ | SG | ：空気の密度（1.2kg/$m^3$） |

①庫内温湿度を空気線図にプロットしてA点とします。
A点は冷却コイル入口空気（庫内空気）の状態点です。
次にA点のエンタルピ$i_1$を読み取ります。

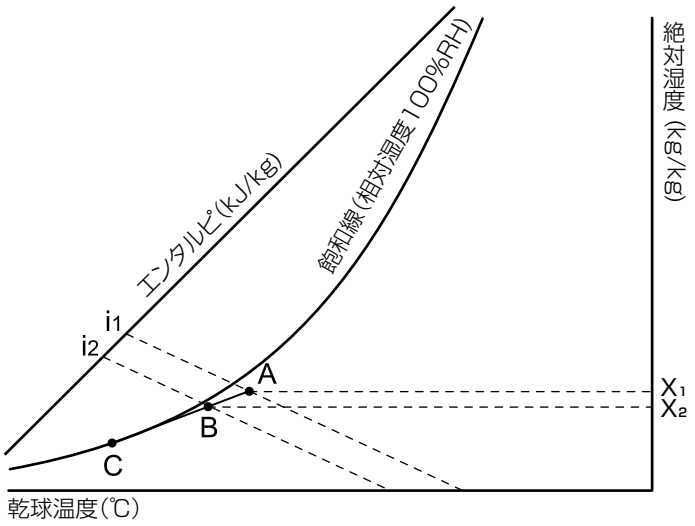
$i_1$=27kJ/kg（6.45 kcal/kg）

②$i_1$を計算式に代入してi2を求めます。

$i_2$=27−30,000／（5,000×1.2）
=27−5
=22 kJ/kg（5.25 kcal/kg）

③冷却コイル表面の状態は庫内温度との温度差TDから0℃、100%とみなします。この点を空気線図にプロットしてC点とします。
次にA点とC点を直線で結びます。

④$i_2$一定の線とA点・C点を結ぶ直線の交点、B点が冷却コイル出口空気の状態点となります。




■手順２．絶対湿度差から必要加湿量を求めます

| | | |
|---|---|---|
| ・計算式 | W | ：必要加湿量 |
| | $X_1$ | ：冷却コイル入口空気（庫内空気）の絶対湿度 |
| $W = SG \times V \times (X_1 - X_2) \times K$ | $X_2$ | ：冷却コイル出口空気の絶対湿度 |
| | K | ：安全率（余裕を見込む） |

⑤絶対湿度$X_1$と$X_2$の値を空気線図から読み取ります。

$X_1$=0.0068（kg/kg）
$X_2$=0.0058（kg/kg）

⑥X1とX2を計算式に代入してWを求めます。

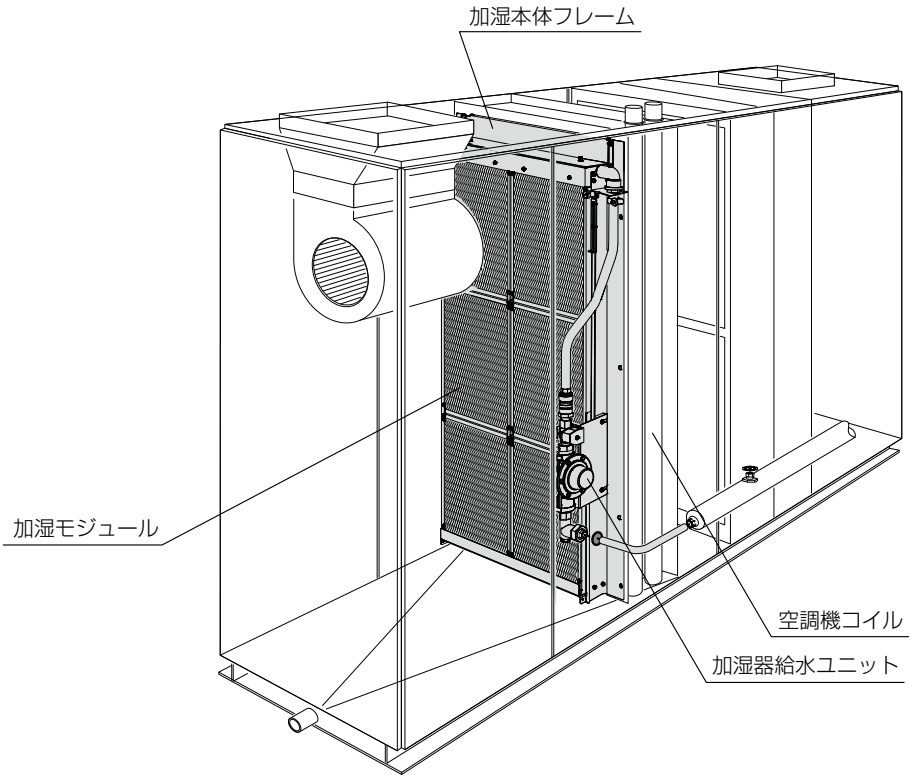
W=1.2×5,000×（0.0068−0.0058）×1.2
=7.2（kg/h）

⑦低温貯蔵庫ですから室内直接噴霧の超音波式、BNBタイプが適しています。

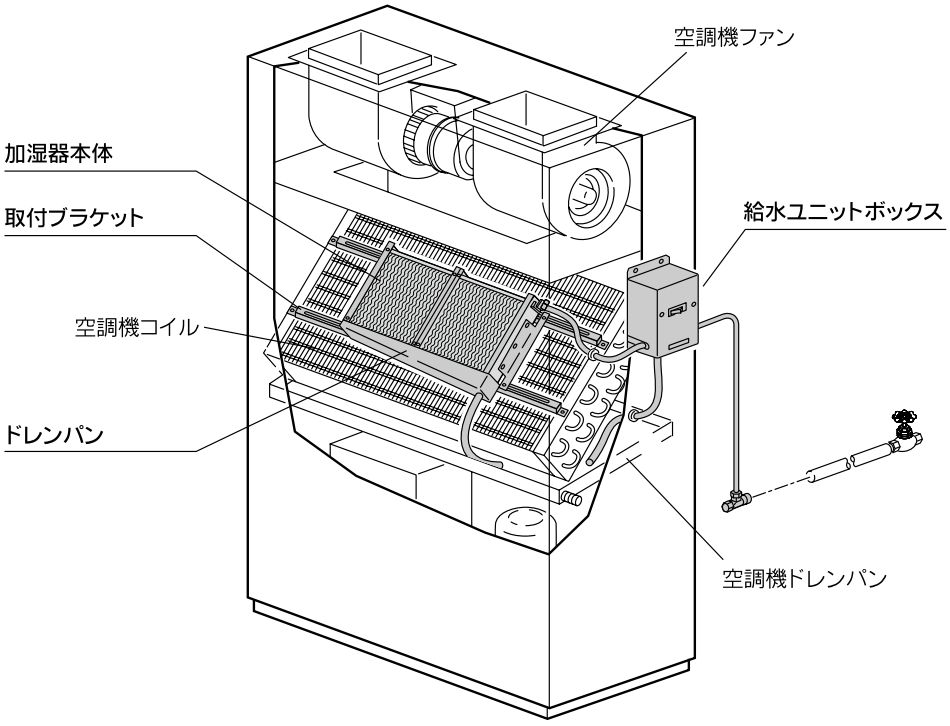
有効加湿量8.0kg/hの
WM-BNB8000×1台を選定します

# 参考：加湿器の取付図

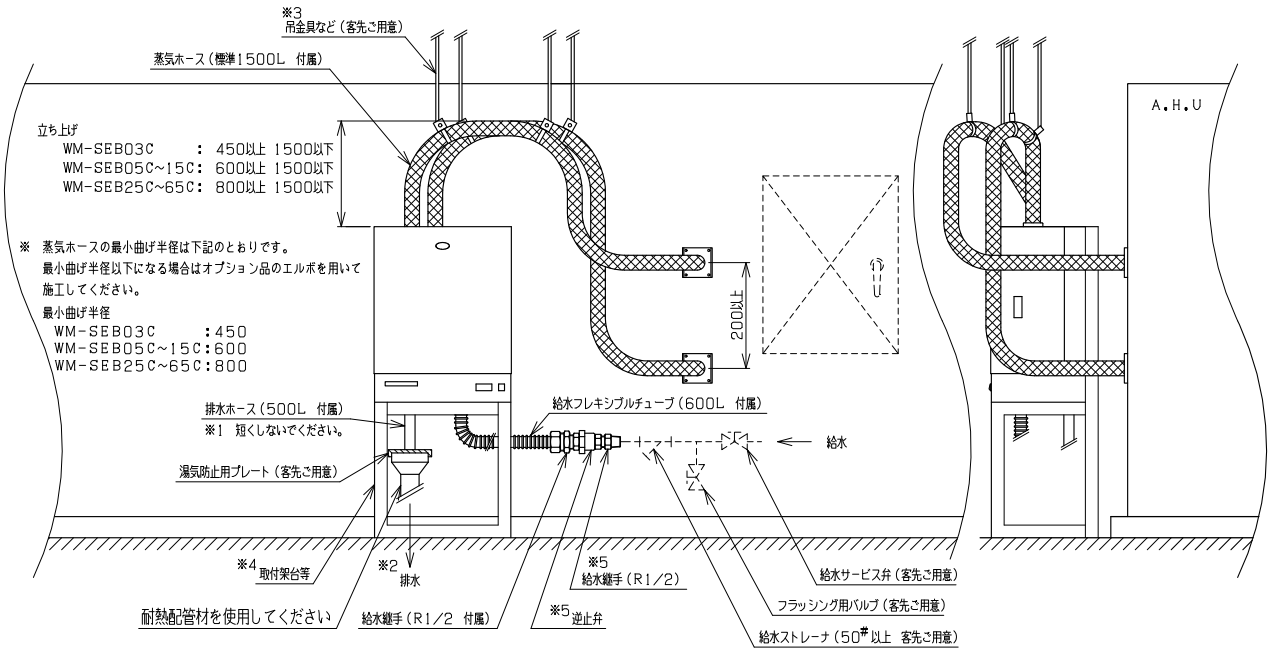
■エアハンドリングユニットに組み込んだ滴下浸透気化式加湿器／VHEタイプ




■床置型パッケージエアコンに組み込んだ滴下浸透気化式加湿器／VPAタイプ



## ■エアハンドリングユニットへの電極式蒸気加湿器／SEBタイプの取付




※1 付属品の排水ホースは切らずに（500L）そのままご使用ください。
短くすると絶縁が低下します。また、排水ホースに応力がかかるような場合、吊金具などで支持を設けてください。水もれなどの原因となります。

※2 加湿器排水ホースおよび加湿器排水配管の先端は大気開放とし、スムーズに流れるように配管してください。なお、排水配管へ直接接続された場合、排水配管内の圧力によっては排水が逆流し、漏水などの原因となります。
また、排水配管からの臭気や湯気が逆流しないように必要に応じてトラップを設けてください。

※3 吊金具などで支持する時、蒸気シリンダや蒸気噴霧管の接続部および蒸気ホース自体に部分的な応力がかかるような取付は行わないでください。
蒸気もれ、蒸気ホースの折れや曲がりなどの原因になります。

※4 加湿器本体の設置は、加湿器の運転重量を考慮し、十分に強度がある架台などを用意し、設置してください。
（弊社ではオプション品として、加湿器取付架台をご用意しております。）

※5 SEB45C・65Cのみ逆止弁と給水継手を使用します。（付属）
SEB03C~35Cに逆止弁と給水継手は不要です。（付属していません）
逆止弁を垂直配管に取付ける際は、流れ方向は必ず「下から上方向」としてください。

※ 加湿器本体を壁面などに設置される場合には、取付部分の強度を考慮のうえ必要に応じ補強などを行い、施工してください。

※ 蒸気噴霧管を組込む場合、上方200mm以上の間隔をあけてください。

※ 蒸気噴霧管はドレンパン上に取り付けてください。
長さ600mm以上の噴霧管は先端の支持が必要です。

※ 流通空気の温度が低くなる場合や、蒸気噴霧量と風速・風量によっては蒸気の再凝縮が問題となることがあります。
ご配慮の上、必要に応じて立体拡散蒸気噴霧装置（WM-SBAタイプ）やエリミネータの設置、空気の予熱、防水・防錆などの処置を施してください。

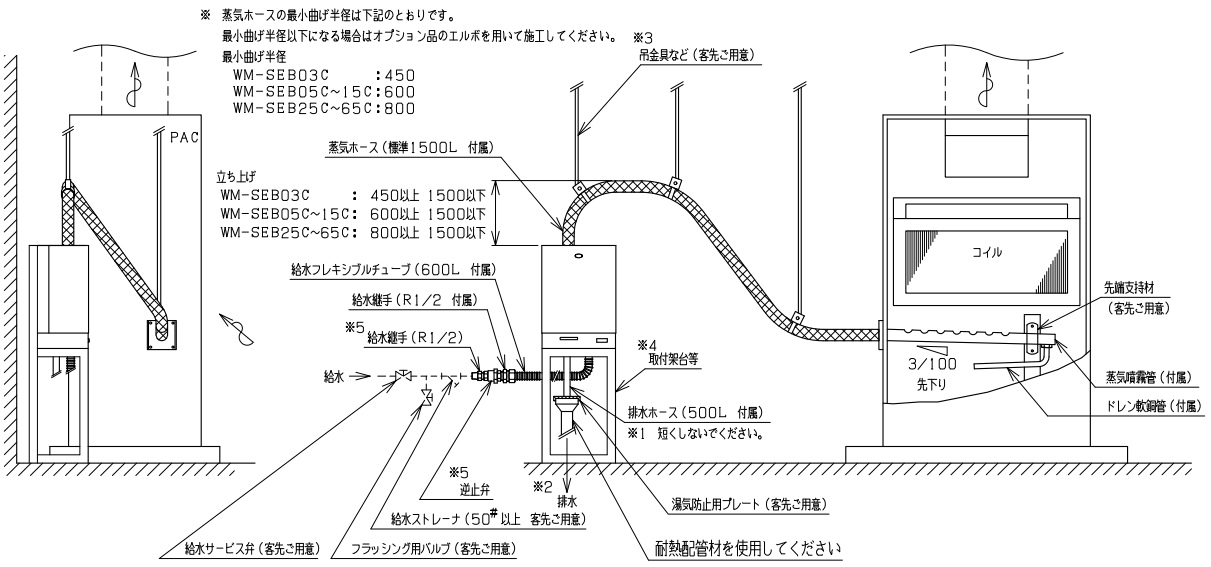
※ ヒューミディスタットなどのセンサ類は、蒸気の再凝縮や結露の影響を受けない位置に取り付けてください。

※ 本加湿器は屋内仕様です。屋外に設置する場合はオプションの「屋外ボックス」をご使用ください。
また、「屋外ボックス」を使用した場合においても仕様表に記載の本体周囲温湿度の条件内としてください。

※ この施工参考図とあわせて、別紙の施工上の注意事項・施工要領書／取扱説明書の蒸気ホースの取付機を必ずご参照ください。

※ 本図は本体と蒸気噴霧管とを接続するにあたっての蒸気ホースおよび配管の取りまわしを表したイメージ図です。

## ■床置型パッケージエアコンへの電極式蒸気加湿器／SEBタイプの取付




※1 付属品の排水ホースは切らずに（500L）そのままご使用ください。
短くすると絶縁が低下します。また、排水ホースに応力がかかるような場合、吊金具などで支持を設けてください。水もれなどの原因となります。

※2 加湿器排水ホースおよび加湿器排水配管の先端は大気開放とし、スムーズに流れるように配管してください。なお、排水配管へ直接接続された場合、排水配管内の圧力によっては排水が逆流し、漏水などの原因となります。
また、排水配管からの臭気や湯気が逆流しないように必要に応じてトラップを設けてください。

※3 吊金具などで支持する時、蒸気シリンダや蒸気噴霧管の接続部および蒸気ホース自体に部分的な応力がかかるような取付は行わないでください。
蒸気もれ、蒸気ホースの折れや曲がりなどの原因になります。

※4 加湿器本体の設置は、加湿器の運転重量を考慮し、十分に強度がある架台などを用意し、設置してください。
（弊社ではオプション品として、加湿器取付架台をご用意しております。）

※5 SEB45C・65Cのみ逆止弁と給水継手を使用します。（付属）
SEB03C~35Cに逆止弁と給水継手は不要です。（付属していません）
逆止弁を垂直配管に取付ける際は、流れ方向は必ず「下から上方向」としてください。

※ 加湿器本体を壁面などに設置される場合には、取付部分の強度を考慮のうえ必要に応じ補強などを行い、施工してください。

※ 蒸気噴霧管を組込む場合、上方200mm以上の間隔をあけてください。

※ 蒸気噴霧管はドレンパン上に取り付けてください。
長さ600mm以上の噴霧管は先端の支持が必要です。

※ 流通空気の温度が低くなる場合や、蒸気噴霧量と風速・風量によっては蒸気の再凝縮が問題となることがあります。ご配慮の上、必要に応じて立体拡散蒸気噴霧装置（WM-SBAタイプ）やエリミネータの設置、空気の予熱、防水・防錆などの処置を施してください。

※ ヒューミディスタットなどのセンサ類は、蒸気の再凝縮や結露の影響を受けない位置に取り付けてください。

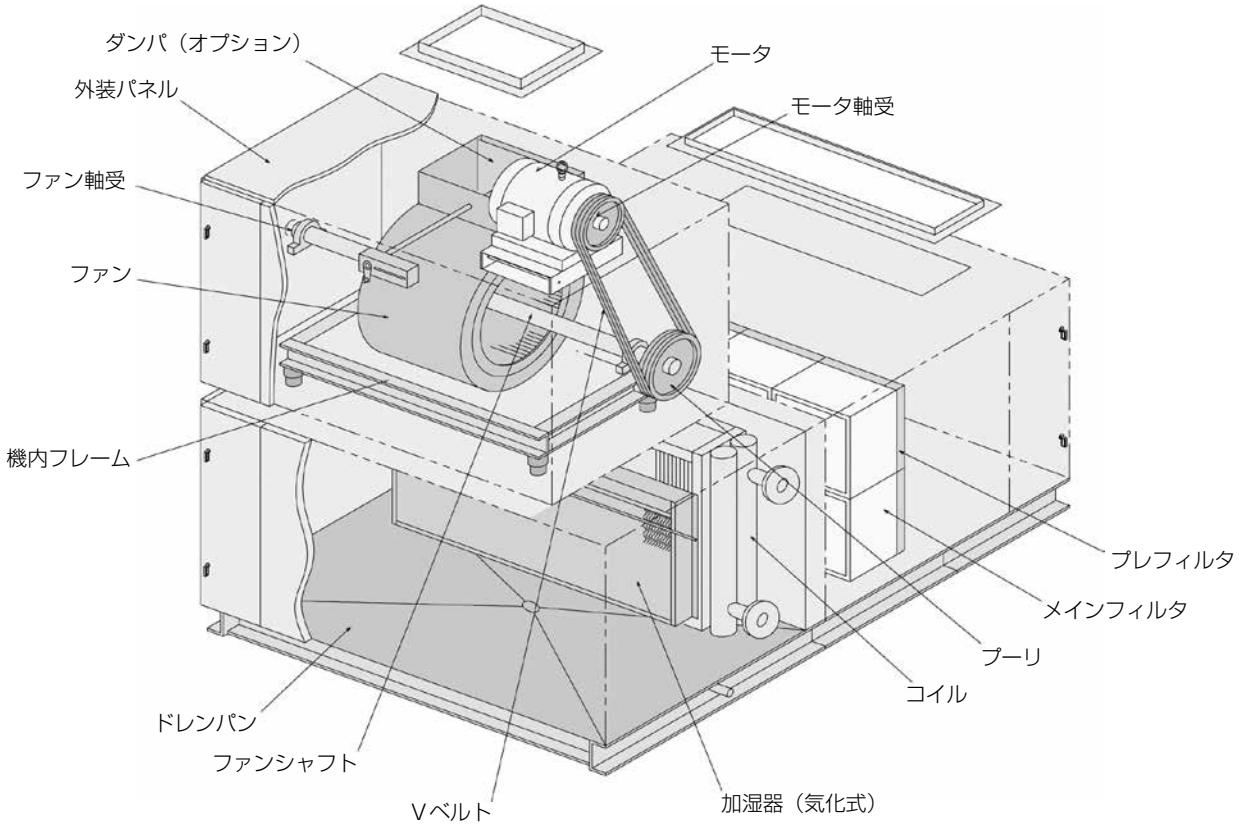
※ 本加湿器は屋内仕様です。屋外に設置する場合はオプションの「屋外ボックス」をご使用ください。
また、「屋外ボックス」を使用した場合においても仕様表に記載の本体周囲温湿度の条件内としてください。

※ この施工参考図とあわせて、別紙の施工上の注意事項・施工要領書／取扱説明書の蒸気ホースの取付機を必ずご参照ください。

※ 本図は本体と蒸気噴霧管とを接続するにあたっての蒸気ホースおよび配管の取りまわしを表したイメージ図です。

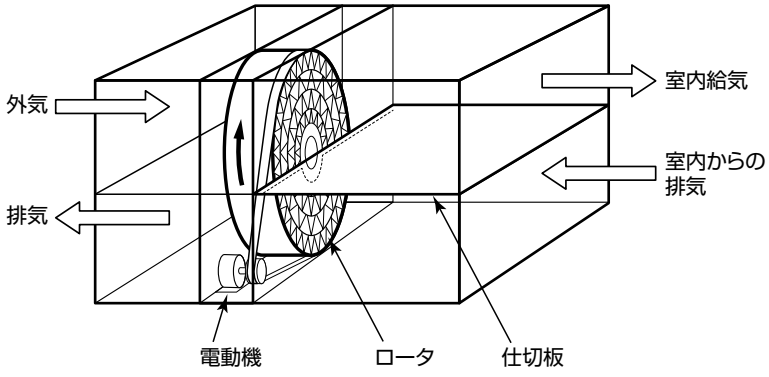
# 参考：空気調和機器の構造

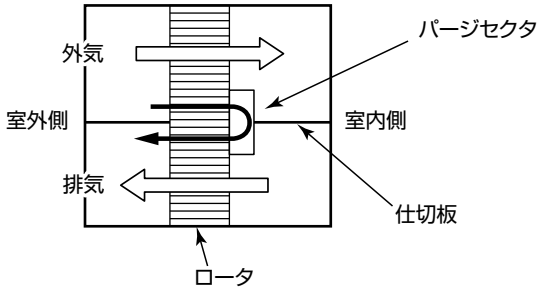
■エアハンドリングユニットの構造とその制御機器




イラスト提供：新晃工業株式会社

■全熱交換器の構造



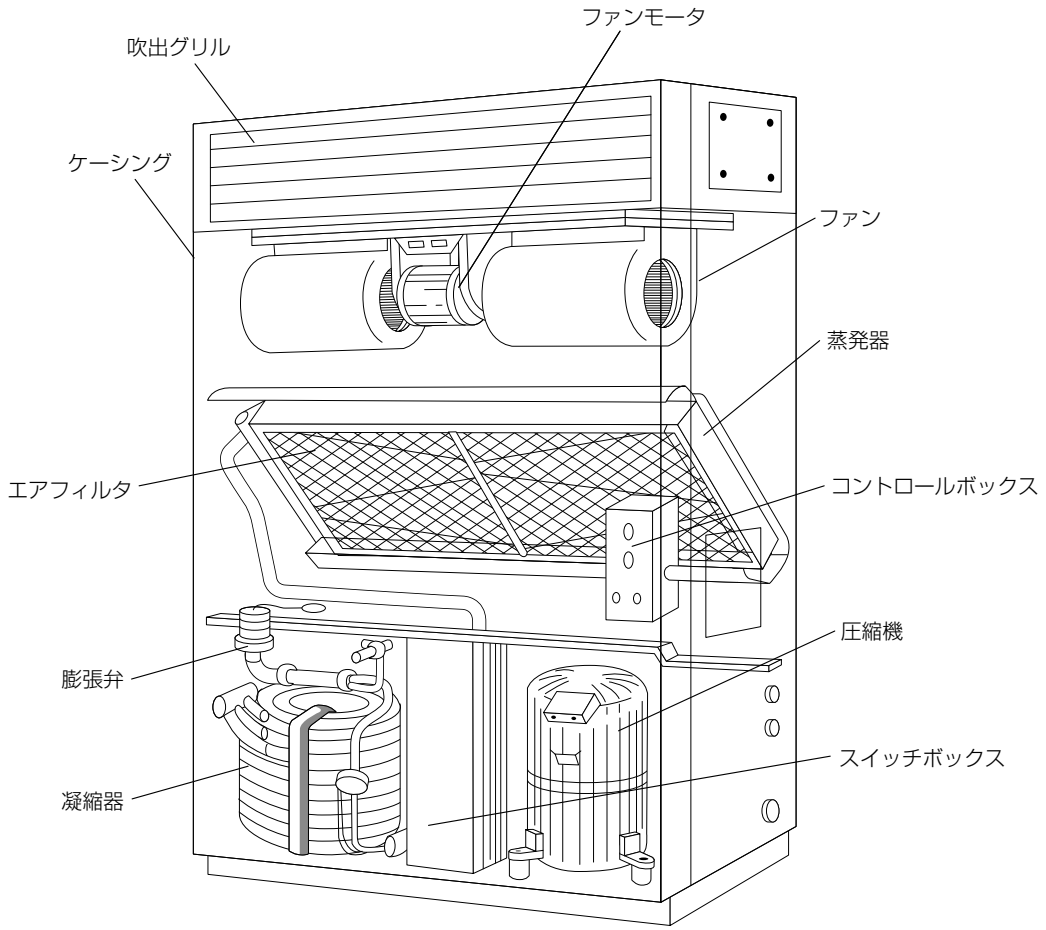




・全熱交換器は、図のように排気と取入外気のもつ熱を熱交換させる装置で、省エネルギーに有効な熱回収装置です。

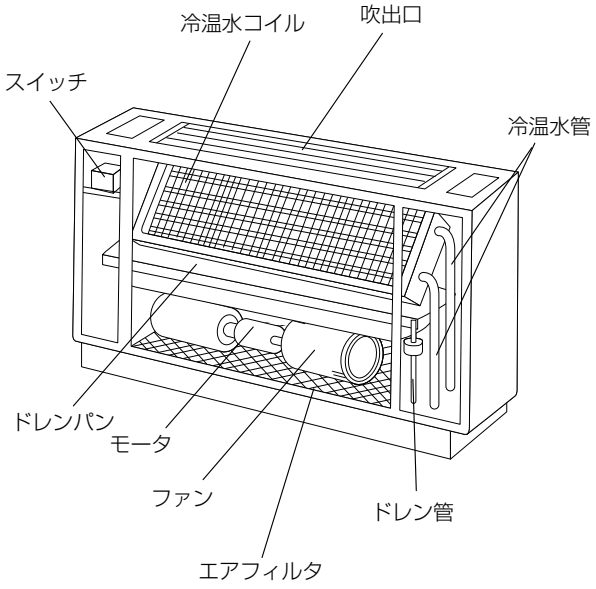
・例えば冬季に室内の暖かく湿った空気を排出し、外の冷たく乾いた空気を取り入れる場合に、この排気の熱を取入外気に伝えるもので、顕熱と潜熱の両方を熱交換できます。この場合の熱交換率は約70%になります。

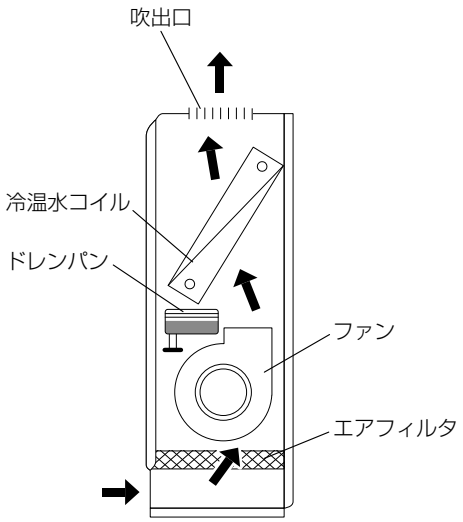
・左の図は大型・大容量の回転式の全熱交換器です。塩化リチウムを含浸させた回転体を用いて、空気中の水分を吸収・放散して潜熱交換をしやすくしています。

■床置型パッケージエアコンの構造




■ファンコイルユニットの構造



◆本書製作にあたって参考にした文献

・空気調和設備の実務の知識（改定第3版）
編者：(公社)空気調和・衛生工学会　　発行者：㈱オーム社

・空気調和ハンドブック（改定第3版）
著者：井上宇市　　発行所：丸善㈱

・建築物環境衛生維持管理要領、建築物における維持管理マニュアル(2008年)
厚生労働省、建築物環境衛生維持管理要領等検討委員会

・〔改訂版〕空調・生成設備advice（2011年2月発行）
編集：(公社)空気調和・衛生工学会　　発行所：新日本法規出版㈱

・デザイナーのための建築設備チェックリスト（1997年度版）
発行所：㈱彰国社

・建築物衛生法（2007年2月28日発行）
編著：ビル管理法令研究会　　発行：㈱ぎょうせい

・第3版 レジオネラ症防止指針(2009年３月発行)
発行者：(財)ビル管理教育センター［現（公財）日本建築衛生管理教育センター］

・野菜の鮮度保持（1986年第3版）
著作代表者：大久保増太郎　　発行者：㈱養賢堂

・鮮度保持流通技術の実用知識（1993年7月25日発行）
発行人：初谷誠一　　発行所：㈱流通システム研究センター

・98年度版きのこ年鑑（1997年11月14日発行）
発行者：大橋 等　　発行所：㈱農村文化社

・病院空調設備ガイドライン（空調設備編、HEAS-02-2013）
発行者：(一社)日本医療福祉設備協会

・ビル衛生管理講習会資料（平成25年度）
発行者：東京都健康安全研究センター広域監視部建築物監視指導課

・ほか、
「空気調和・衛生工学」各巻
「建築設備と配管工事」各巻
「建築設備」各巻
「設備と管理」各巻
を参考にさせていただきました。

空気調和における加湿と加湿器

初版発行　　1999年12月01日

編集・発行者　ウエットマスター株式会社　経営戦略室
〒161-8531　東京都新宿区中落合3-15-15
TEL.03-3954-1101　FAX.03-3952-4411

＜ 不 許 複 製 ＞

# ウエットマスター株式会社

本社営業本部　〒161-8531　東京都新宿区中落合 3-15-15 WM本社ビル　TEL.03−3954−1101

●アフターサービスのお問い合わせは、保守管理グループ直通　TEL.03−3954−1110

大 阪 支 店　〒540-0024　大阪市中央区南新町 1-1-2 タイムスビル　TEL.06−4790−6606

名古屋支店　〒464-0075　名古屋市千種区内山3-1-4ハートヒルズ千種　TEL.052−745−3277

仙台営業所　〒981-3135　仙台市泉区八乙女中央 5-17-12　TEL.022−772−8121

福岡営業所　〒812-0004　福岡市博多区榎田 2-1-10　TEL.092−471−0371


●業務用・産業用各種加湿器

●流量管理システム機器／エアロQシステム・カラムアイ

ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

東京本社
ISO14001:2004
認証取得

PERRY JOHNSON REGISTRARS, INC.

東京本社
ISO9001:2008
認証取得